

AÑO 1, No. 1, ENERO-DICIEMBRE 2017

# REVISTA DIGITAL INNOVACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN (ICTE)



CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

INGENIERÍA  
EN  
ALIMENTOS

INGENIERÍA  
QUÍMICA

CIENCIAS  
QUÍMICAS

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

REVISTA INNOVACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN (ICTE) No. 1, Año 1, enero - diciembre 2017, es una publicación anual editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC), carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km 2.5, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, C.P. 54714, Estado de México. Tel. 5558173478, <http://masam.cuautitlan.unam.mx/RevistaICTE/>, [revista.ict@gmail.com](mailto:revista.ict@gmail.com). Editor responsable: Dra. María Gabriela Vargas Martínez. Certificado de Reserva de Derechos de Autor número: 04-2022-032315542200-102, ISSN en trámite ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Dra. María Gabriela Vargas Martínez, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo uno, Av. 1 Mayo S/N, Col. Santa María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, fecha de última modificación: 15 de diciembre de 2017.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los árbitros, del Editor o de la UNAM.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

# COMITÉ EDITORIAL



M. en C. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

DIRECTOR

Dr. José Francisco Montiel Sosa

SECRETARIO GENERAL

Dr. Fernando Alba Hurtado

SECRETARIO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mtro. Jorge López Pérez

JEFE DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. Alma Luisa Revilla Vázquez

JEFA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

Mtra. María Esther Monroy Baldi

JEFA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, SOCIALES Y HUMANIDADES

Dr. José Luis Velázquez Ortega

JEFE DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Lic. Claudia Vanessa Joachin Bolaños

COORDINADORA DE COMUNICACIÓN Y EXTENSIÓN UNIVERSITARIA Y SECRETARIA DEL COMITÉ EDITORIAL

Mtra. Emma Ruiz del Río

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES ACADÉMICAS Y SECRETARIA TÉCNICA DEL COMITÉ EDITORIAL

Dra. Alma Luisa Revilla Vázquez  
Dra. María Andrea Trejo Márquez  
L. E. Jorge Bello Domínguez  
M. en P. Jorge Luis Rico Pérez  
Dr. Julio César Morales Mejía  
Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz  
Dra. María Gabriela Vargas Martínez  
Dr. Ricardo Paramount Hernández García  
M. en C. Selene Pascual Bustamante  
M. en E. María Teresa Ylizaliturri Gómez Palacios

DISEÑO EDITORIAL  
Fabiola Carmona Rivero

# PRESENTACIÓN

En el año 2015 un grupo multidisciplinario de profesores de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, tuvieron la iniciativa de la organización del Primer Congreso de Ciencia, Educación y Tecnología, con la finalidad de crear un espacio de intercambio científico que permitiera difundir la investigación realizada en las áreas de: Química, Química Industrial, Agronomía, Ingeniería (Química y de Alimentos), Educación, Tecnología, Farmacia y Veterinaria; contribuyendo a fortalecer el desarrollo académico, y permitiendo el intercambio de experiencias entre estudiantes, egresados y profesores. Además de aprovechar el carácter multidisciplinario de nuestra facultad y construir un espacio de discusión y difusión del conocimiento.

Este evento ha crecido no sólo en el número de participantes sino en las instituciones que en cada año contribuyen con su entusiasmo para contar con especialistas y trabajos de gran calidad académica.

En esta tercera edición del evento se organizaron cursos y talleres pre-congresos de diversas áreas, contribuyendo a la formación integral de los estudiantes. Se impartieron 21 cursos y talleres como son: Espectrofotometría UV-VIS; Cromatografía líquida de alta Resolución; Extracción en fase sólida, Confitería, Arte de la cerveza artesanal; Vino y su cata, Refrigeración de alimentos, Colorantes prehispánicos, Distintivo H, Prerrequisitos, Integración de normas ISO aplicadas a la industria, Esferificación en bebidas, Panificación, Azoteas verdes y cultivos verticales, Elabora-

ción de productos cárnicos, Identificación de características morfológicas de células sanguíneas, Manejo de Prezzi; Respuesta celular a la lesión-histopatología básica, Tecnología de productos lácteos, Computación evolutiva y Análisis térmico de Alimentos.

En este 3er Congreso de Ciencia, Educación y Tecnología se cuenta con la participación de diversas dependencias de la UNAM e instituciones de educación superior como son: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, IPN (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas; UPIBI; Centro de investigación en Biotecnología Aplicada; CICATA); UNAM (Instituto de Geología, Facultad de Ciencias, FES Acatlán; Instituto de Investigación en Materiales) y el Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. Además participan seis conferencistas magistrales, 23 conferencistas invitados y 11 presentaciones orales. En general se presentan en esta memoria un total de 144 resúmenes de trabajos en las áreas de: Ciencias Químicas, Ingeniería Química, Ciencia e Ingeniería de Alimentos; Educación, Ciencias Biológicas y Tecnología.

Cabe mencionar que este Congreso pretende contribuir a la difusión del conocimiento generado por las Instituciones de Educación Superior mediante la interacción entre investigadores, egresados y estudiantes; esperamos cumplir con ese objetivo.

**COMITÉ ORGANIZADOR**



# SECCIONES

**CQ**  
CIENCIAS  
QUÍMICAS

**CA**  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

**IA**  
INGENIERÍA  
EN  
ALIMENTOS

**EDU**  
CIENCIAS  
EDUCACIÓN

**IQ**  
INGENIERÍA  
QUÍMICA

# GUÍA DE CLASIFICACIÓN



NÚMERO DE TRABAJO

CLAVE DE DISCIPLINA

1

**CB**  
**CIENCIAS**  
**BIOLÓGICAS**

NOMBRE DE DISCIPLINA

**1**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Caracterización de la complejidad nucleotídica basal de la región HVR1 y su asociación con el tipo de respuesta a la terapia triple (Interferon-Ribavirina-Boceprevir) en pacientes con infección por el virus Hepatitis C.

*Posada-Reyes, A.B, Sánchez F., Sixton S., Sevilla, E., Preciado M.V., Valva, P., Ruíz, K., Vaughan, G., Escobar, A., Fonseca-Coronado, S.*

**2**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Evaluación de la actividad antifúngica de propóleos comerciales en *Aspergillus Flavus*.

*A. Ortiz, B. Rodríguez, T. Cruz*

**3**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Evaluación de productos de la colmena suplementados en la dieta de conejos de engorda.

*González, L., Gutiérrez, E., Cruz, T.*

**4**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Actividad antiviral in vitro de dos propóleos mexicanos en contra del virus de Distemper Canino.

*Martínez, Bistrain Y.M., González Díaz, F.R., Rodríguez Pérez, B., González Búrquez, M.J., Cruz Sánchez, T.A., Soto Zarate, C.I.*

**5**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Evaluación del efecto antimicótico de propóleos mexicanos contra *Cryptococcus neoformans*.

*Pacheco Pérez Jorge Eduardo, Rodríguez Pérez B., Cruz Sánchez T.A.*

**6**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Monitoreo de mostaza (*Brassica juncea*) cultivadas en jales mineros y suelos.

*Cruz Ruiz, E., Aguirre Gómez, A., Nadal Ruíz, P.*



Evaluación de materiales pared para la encapsulación de compuestos Bioactivos para su aplicación en rumiantes.

*J.B., Ponce-Noguez, F.R., Gómez-de-Anda, O.E.,  
Del-Razo-Rodríguez, I., Alamilla-Beltrán*



“Análisis de la presencia de auto-anticuerpos contra quimiocinas empleando la técnica del multiplexing Luminex”

*P. Cortes, M. Autran J. Ruiz, L Ceron, S. Davies,  
R. Dôffinger, G. Barcenás*



Caracterización del suelo de cultivo de Stevia rebaudiana de algunos estados de México.

*Molina-González, López-Cortez, Vásquez-Murrieta*



*M.T. Pineda Hernández, F.A. Ganem Rondero*



Uso del propomiel y la enrofloxacin en problemas respiratorios de los conejos.

*Carmona, M., Gutiérrez, E., Cruz, T.*



**13**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Seguimiento temporal del mRNA de genes del sistema renina angiotensina y sistema calicreína-cinica en el infarto miocárdico en ventrículo izquierdo de rata Winstar macho.

*D. Cortés, E. Baca, S. Fonseca, J. Flores, I. Martínez*

**14**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Estudio Prospectivo que relaciona los parámetros antropomorficos, bioquímicos y fisiológicos del personal de la empresa Plasticorrales S.A. de C.V.

*Jazmín Flores Monroy, Diego Lezama Martínez,  
Raúl Sampieri Cabrera, Luisa Martínez Aguilar*

**15**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Acción antagónica de polvo de Larrea tridentata contra Prostephanus en grano de maíz almacenado.

*M. Quezada, J. Moreno, E. Moreno*

**16**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Análisis químico proximal (A.Q.P.) del escarabajo Ulomoides dermestoides y su capacidad antioxidante.

*Sánchez, G., Regino, D., Mikranda, P.*

**17**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Efecto de la luz láser en semilla de cebada maltera var. Esperanza (Hordeum vulgare L.)

*Pérez Reyes M.C.J., Hernández Aguilar C.,  
Domínguez Pacheco F.A.*

**18**  
**CB**  
CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

Comparación de la permeación in vitro de zidovudina a través de piel intacta y mediante el uso de microagujas.

*I. Martínez A. Ganem*



Variaciones de la región control del mtDNA en ovinos domésticos de México.

*Campos, V., Cuéllar, J., García, E., Pereira, F.*



Efecto antimicótico de propóleos mexicanos sobre la estructura celular de *Candida albicans*.

*Gómez, Palacios Rosa Lilian, Tovar N., González S.,  
Mendoza M., Cruz, T.*



Nanopartículas poliméricas de PLGA conteniendo un lisado plaquetario para su administración en piel dañada.

*S., Bernal, A., Ganem*

**1**  
**EDU**

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

Estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de etapas de desarrollo de nuevos productos y ciclo de vida del producto aplicando ABP.

*Alvaro Enrique Lima-Vargas, Adolfo Obaya, Jaime Navarro-Mejía*

**2**  
**EDU**

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

Las TIC como apoyo en el aprendizaje de la espectroscopia infrarroja a nivel teórico para caracterizar un colorante: rojo congo.

*Mata Pimentel María Fernanda, Rosas Moreno América Denisse,  
Ramírez Garrido Aura Priscila, Lira Salomé María Guadalupe,  
Mateo Flores Juan, Ballesteros Hernández Lidia Elena,  
García Arellanes Judith, Noguez Córdova María Olivia,  
Nicolás Vázquez María Inés.*

**3**  
**EDU**

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

Uso de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la espectroscopia infrarroja teórica (Sudán I).

*De la Cruz Hernández Cristina, Beltrán Villanueva Claudia,  
Fernández Real Ana Laura, España González Antonio Armando,  
Juárez Hernández Michelle Alejandra, Mateo Flores Juan,  
Ballesteros Hernández Lidia Elena, García Arellanes Judith,  
Noguez Córdova María Olivia, Nicolás Vázquez María Inés.*

**4**  
**EDU**

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

El potencial de las TIC para transformar e innovar la práctica docente en el área de la espectroscopia IR teórica; Sudan III.

*Olivera Vergara Oscar Ismael, Manzano Martínez Gricelda,  
Cruz Rivera Rubén Andrés, Mateo Flores Juan,  
Ballesteros Hernández Lidia Elena, García Arellanes Judith,  
Noguez Córdova María Olivia, Nicolás Vázquez María Inés.*

**5**  
**EDU**

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

Secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del tema de proteínas, aplicada en el CONALEP.

*Virginia Martínez-Aguilar, Adolfo Obaya,  
Yolanda Marina Vargas-Rodríguez*

**6**  
**EDU**

CIENCIAS  
EDUCACIÓN

Impacto histórico de la Bioquímica en Línea del Tiempo.

*M.E, Revuelta, K, Alarcón*



Problemario básico para la asignatura de Química Analítica Aplicada impartida a las Licenciaturas de BQD y Farmacia.

*CE, Durán, J . JC Botello, P*



Material Digital como Apoyo para la Comprensión Básica del Tema de Ácido-Base en Nivel licenciatura.

*AK Ramírez B, OR Ponce C, S Maya R, ML Morales G, JC Botello P*



Desarrollo de nuevas formulaciones para el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica II de la Licenciatura en Farmacia.

*R. Villalobos, S. Hernández, P. Pérez*



Química Agrícola.

*Cortez , Martínez, Zepeda, Avila, Ballesteros*



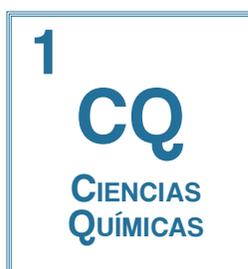
El portafolio electrónico como herramienta para el aprendizaje de métodos numéricos.

*Carrillo, Teresa*



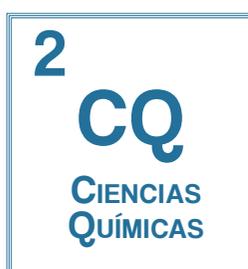
Diseño de un simulador interactivo de desarrollo de PyMEs para la enseñanza y aprendizaje de la mercadotecnia. (Parte 1)

*Alvaro Enrique Lima-Vargas, Suemi Lima Vargas, Adolfo. Obaya, Iván García Lopez, Ricardo Olvera Boero, Salvador Alva Perez, Arturo Tapia Gallegos y Jaime Navarro-Mejía*



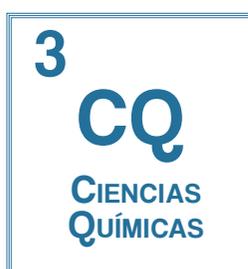
Experimentar la formación del anaranjado de metilo y caracterizarlo mediante la espectroscopia infrarroja teórica.

*Pérez Castro Amellali, Evangs Campos Hugo, Rodríguez Rivera Ángel Arturo, Mateo Flores Juan, Ballesteros Hernández Lidia Elena, García Arellanes Judith, Noguez Córdova María Olivia, Nicolás Vázquez María Inés.*



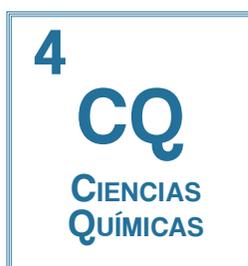
Propuesta de un método alternativo para la cuantificación de ácido salicílico libre en subsalicilato de bismuto por Electroforesis capilar.

*Elizabeth Montserrat Zárate Naranjo y Alma Luisa Revilla Vázquez.*



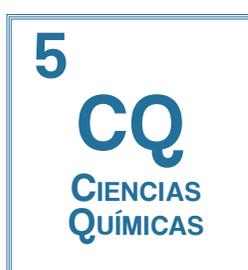
Inclusión de la 5,10,15,20-[tetra(para-carboxi)fenilporfirina], [H<sub>2</sub>Tp-COOH)PP] en microemulsiones para su liberación transdérmica.

*R Quiroz, A Ganem.*



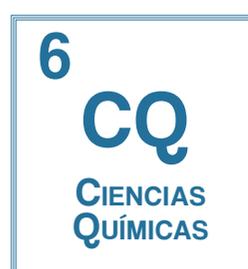
Importancia e implementación de un sistema de control de calidad en un laboratorio.

*Patricia Jeane Dominguez Quiñones.*



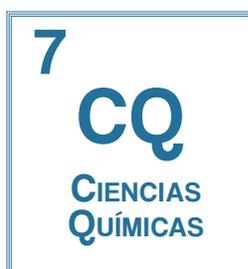
Oxidaciones Fenton heterogéneas de alcoholes bencilicos promovidas por nanocompositos de óxidos de hierro-nanotubos de haloisita activados.

*Jesús Israel Palacios-Ramírez, José Luis Arias Téllez, Guadalupe Iveth Vargas-Rodríguez, José Álvaro Chávez-Carvayar, Antonio Gómez-Cortés, Luis Barbo Hernández Portilla, Yolanda Marina Vargas-Rodríguez.*



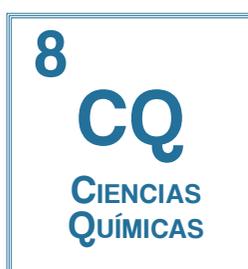
Síntesis verde de nanopartículas de plata utilizando el extracto acuoso de la especie *Marrubium vulgare* L.

*Luis Ángel Flores Linares, Brígida del Carmen Camacho Enríquez Flora Adriana Ganem Rondero, Roberto Díaz Torres María Gabriela Vargas Martínez, Alejandra Sánchez Barrera, Mario Arturo Morales Delgado, Enrique Ángeles Anguiano*



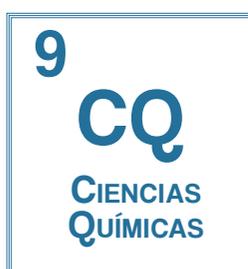
## FITOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA COMO AGENTE REDUCTOR, EXTRACTO ACUOSO DE *Solanum rostratum* D. (Duraznillo).

*Oscar González Romero, Brígida del Carmen Camacho Enríquez, Flora Adriana Ganem Rondero, Roberto Díaz Torres María Gabriela Vargas Martínez, Alejandra Sánchez Barrera, Mario Arturo Morales Delgado, Enrique Ángeles Anguiano*



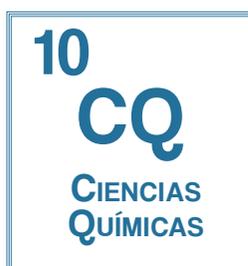
## Caracterización teórica de los Modos Vibracionales del Colorante 4-metil-4'-(N,N-dimetil) azobenceno obtenido mediante una reacción de diazoación.

*Cruz Barajas Ana Itzel, Cortina Gómez Miriam, García Cortes Christian, Ortiz Macías Irma Saraí, Mateo Flores Juan, Ballesteros Hernández Lidia Elena, García Arellanes Judith, Noguez Córdova María Olivia, Nicolás Vázquez María Inés*



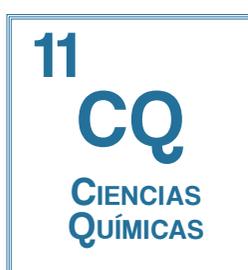
## Diazotación, una reacción ilustrada para la obtención de un colorante y su caracterización infrarrojo-teorico.

*Roldan Cano Darío, Cervantes Camacho Dayni Kalelline, Esteban Ochoa Lizeth Andrea, Chávez Valle Brenda Elizabeth, Mateo Flores Juan, Ballesteros Hernández Lidia Elena, García Arellanes Judith, Noguez Córdova María Olivia, Nicolás Vázquez María Inés*



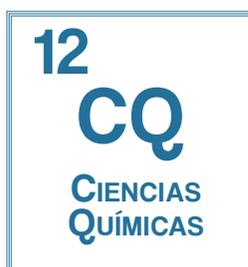
## Recuperación de petróleo crudo con nanoparticulas magneticas de haloisita.

*Gabriela Tapia-Morales, Francisco Javier García-Juárez, Jorge Eduardo García- Petronilo, Adolfo Obaya, Guadalupe Iveth Vargas-Rodríguez, José Álvaro Chávez-Carvayar, Antonio Gómez-Cortés, Gustavo Tavizón, Yolanda Marina Vargas Rodríguez.*



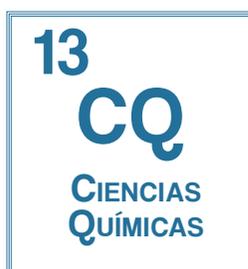
## Elaboración de celda electrolítica de membrana catiónica con electrodos de platino y grafito, para la producción de gas cloro e hidróxido de sodio a partir de salmuera a nivel laboratorio.

*Alejandra Angel Viveros, Ana Elisa Silva Martínez, Jose de Jesus perez Saavedra*



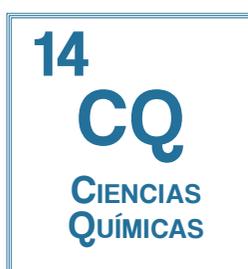
## Elaboración de Microelectrodos Combinados de Plata-Platino Con Aplicaciones Docentes.

*Granados Ramírez Anayansi Hazel, Jose de Jesus perez Saavedra*



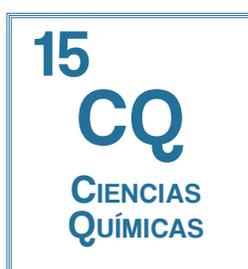
Elaboracion de un microelectrodo combinado de platino// plata/cloruro de plata, para la microvaloracion complejometrica de  $Fe^{+++}$  en presencia de  $Fe^{++}$  con edta.

*Ignacio Edsel Robles Huerta, Jose de Jesus perez Saavedra*



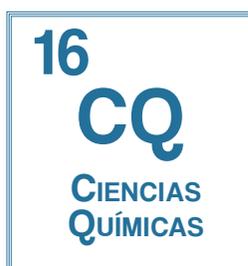
Elaboracion de un microelectrodos combinados de plata-acero 316 electropulido con aplicaciones docentes.

*José de Jesús Pérez Saavedra, Blanca Andrea Sánchez González, Jorge Nadurille Sánchez.*



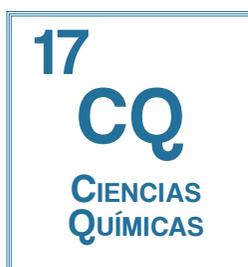
Estudio potenciometrico de la cinetica de la reaccion entre  $Na_2S_2O_3$  con  $KIO_3$ .

*Ricardo Astudillo Nateras, Montes de Oca Barrera Fabiola, Adriana Morales Pérez, Jose de Jesus perez Saavedra*



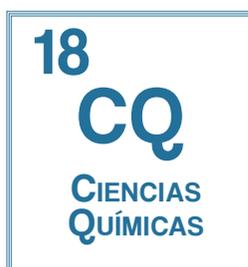
Electrodos posai como alternativa para el seguimiento de valoraciones ácido-base.

*Cristian Macias Hernández ,Rodrigo Montiel Franco , José de Jesús Pérez Saavedra, Julio César Botello Pozos*



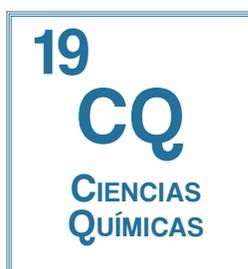
Caracterización de polifenoles del extracto acuoso de marrubio (*marrubium Vulgare L.*) por electroforesis capilar.

*Misael Eulices Fernández Salazar, María Gabriela Vargas Martínez, Brígida del Carmen Camacho Enríquez,*



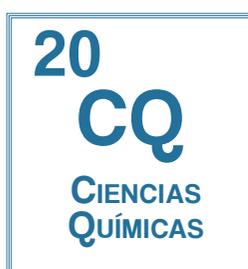
Estudio de la problemática para la determinación de bismuto por EAA-GH.

*Gómez Flores Rodrigo, Revilla Vázquez Alma Luisa*



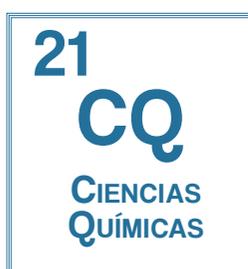
Aplicación de la espectrometría infrarroja cercana y el análisis de componentes principales para la estimación del contenido alcohólico de tequilas del CRT.

*JJ Duran Ortiz, G. Pérez Caballero, JM Andrade Garda*



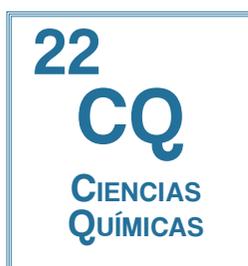
Estudio de la formación del complejo de inclusión indometacina-B-ciclodextrina por UV-vis e ITC.

*Hipólito Nájera Adrián Ricardo, Sanchez Garduño Daniel, Moya Hernández Rosario, Gómez Balderas Rodolfo, Rojas Hernández Alberto*



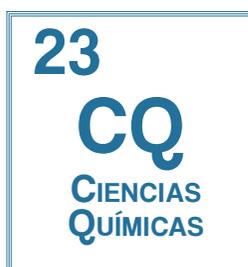
Separación y cuantificación de Al(III) y Fe(III) mediante la extracción liq-liq con oxina en muestras de cemento portland.

*Galicia Pérez, Ramírez Díaz, Hernández Matamoros, Revilla Vázquez*



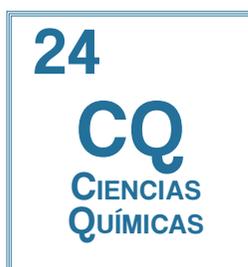
Separación y cuantificación de Al(III) y Fe(III) mediante la extracción liq-liq con oxina en muestras de cemento portland.

*Galicia Pérez, Ramírez Díaz, Hernández Matamoros, Revilla Vázquez*



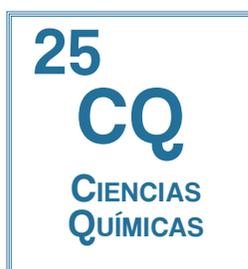
Cuphea aequipetala Cav. (hierba del cáncer): una fuente natural para la síntesis de nanopartículas de plata y su aplicación en la degradación de un colorante.

*Elizabeth Castro Ramírez, Brígida del Carmen Camacho Enríquez, Flora Adriana Ganem Rondero, Roberto Díaz Torres, Alejandra Sánchez Barrera, Mario Arturo Morales Delgado*



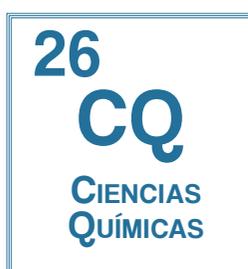
Aplicación de técnicas supervisadas para la autenticación de tequilas del crt a partir de los datos FT-MIR.

*Pérez Caballero G., Jiménez Rabadan I. Molina Rentería YE, Andrade Garda JM*



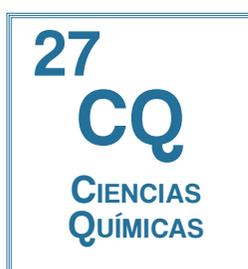
Autenticación de tequilas mediante Técnicas quimiométricas supervisadas y no supervisadas a partir de datos FT-MIR.

*Jiménez Rabadan I., Pérez Caballero G., Molina Rentería YE, Andrade Garda JM*



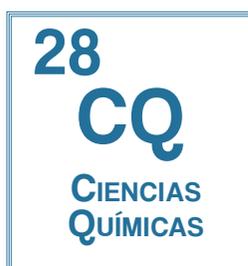
Discriminación de tequilas del CRT mediante técnicas supervisadas y no supervisadas a partir de espectrofotometría UV-Vis.

*Guadalupe Perez Caballero G., Pamela G. Olmos Gonzalez Jose Manuel Andrade Garda*



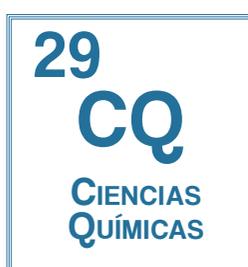
Identificación de tequilas mixtos y 100% agave mediante la combinación de técnicas quimiométricas y espectrometría FT-MIR.

*Molina Rentería YE, Pérez Caballero G., Jiménez Rabadan I., Andrade Garda JM*



Comparación de diferentes métodos para la determinación de flavonoides totales por espectrofotometría en toronja.

*Juan Daniel Gutiérrez Gómez, María Gabriela Vargas Martínez, Brígida del Carmen Camacho Enríquez*



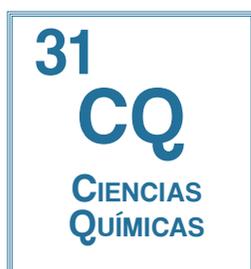
Optimización de la metodología por EAA-GH como alternativa al MGA0111 de la FEUM para detectar arsénico.

*Duran Ortiz Juan José, Revilla Vázquez Alma Luisa*



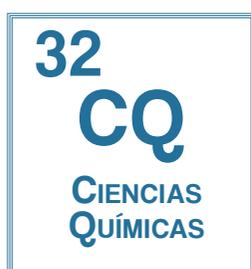
Extracción de yodo con hexano para ejemplificar las ventajas de las extracciones Sucesivas.

*Pérez Espinosa Miriam G, Revilla Vázquez Alma Luisa*



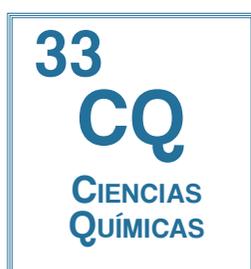
Evaluar un equipo de conductimetría mediante la determinación de acidez total en vinagre comercial.

*Ramírez Martínez Iván Horacio, Granados Enriquez Elia,  
Revilla Vazquez Alma Luisa*



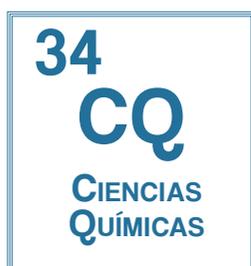
Factibilidad de las valoraciones conductimétricas en docencia.

*Cruz Soberanes Miguel Alejandro, Revilla Vázquez Alma Luisa*



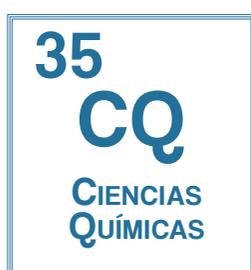
Oxidación verde de alcoholes bencílicos catalizada por óxidos de hierro/nanotubos de halosita.

*Jorge Eduardo García-Petronilo, José Luis Arias Téllez, Guadalupe Iveth Vargas-Rodríguez, José Álvaro Chávez-Carvayar, Antonio Gómez-Cortés,  
Luis Barbo Hernández-Portilla, Yolanda Marina Vargas-Rodríguez.*



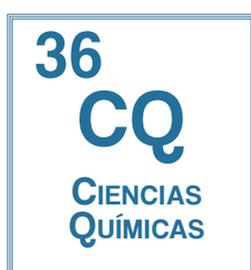
El papel de la química en el suelo y agua de riego en la actividad agrícola.

*Salma Isabel Juárez Osorio, Salma Casarez López, Nayla Cedillo Zavala,  
Lidia Elena Ballesteros Hernández y Griselda Ávila Enríquez*



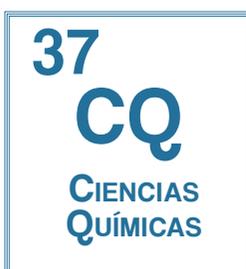
Avances de la reacción de entrecruzamiento de poliestireno.

*Pardo Montes Edgar, García Estrada José G.,  
Penieres Carrillo José G., Ortega Cortés Fernando*



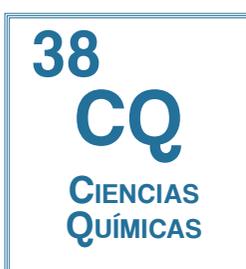
Reacción de Biginelli para proponer como práctica de laboratorio de química heterocíclica para la carrera de química industrial.

*Calderon Torres Deysi Joselin S, Camacho Rodríguez,  
Samantha Sthefany, Duran Gasca Gerson Jair*



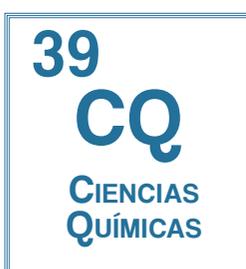
Desarrollo de un método analítico para el monitoreo de aminas biogénicas en atún por HPLC con detector de fluorescencia.

*Omar Molina Alejandre, María Gabriela Vargas Martínez, María Andrea Trejo Márquez.*



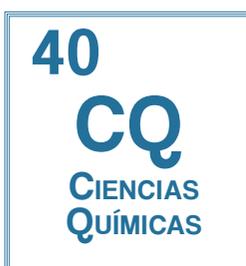
Identificación de los polifenoles presentes en la hierba del cáncer (*Cuphea aequipetala* cav.) por electroforesis capilar.

*Meztlí Andrea Vite Ibarra, María Gabriela Vargas Martínez, Brígida del Carmen Camacho Enríquez*



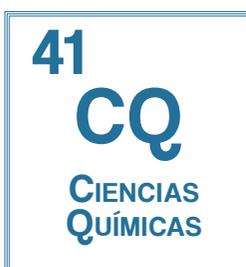
Extracción e identificación de los polifenoles provenientes del orujo de uva roja y su aplicación en una bebida hidratante

*Jessica Semiramis Reyes Balbuena, Selene Pascual Bustamante, María Gabriela Vargas Martínez, María Andrea Trejo Márquez*



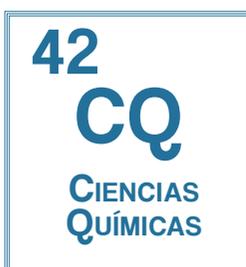
Evaluación catalítica de un paladaciclo en el acoplamiento tipo Suzuki-Miyaura empleando irradiación infrarroja.

*Ortega Jiménez Fernando, Penieres Carrillo José Guillermo, García Estrada José Guadalupe, Ríos Guerra Hulme*



Irradiación infrarroja: método alternativo de calentamiento para la síntesis de 3-carbetoxicumarina.

*Sánchez López Dylan Manuel, López Sánchez Leonardo, Rosas Jiménez Aylín, García Estrada José Guadalupe, Ortega Jiménez Fernando*



Síntesis de novedosos compuestos híbridos benzimidazol-diindolilmetano dentro del contexto de la Química Verde.

*Penieres Carrillo José Guillermo, Luna Mora Ricardo Alfredo, García Estrada José Guadalupe, López Cortés José Guadalupe, Ortega Jiménez Fernando, Valdez Rojas José Ernesto, Fernández Aulis Fernanda, Álvarez Toledano Cecilio*



Hacia la microescala en la demanda Química de Oxígeno en  
reflujo cerrado.

*Hernández Hernández Alfredo, Medina Camps Javier,  
Morales Mejía Julio César*



Caracterización fisicoquímica de frutos de *Parmentiera edulis* D. C. (cuajilotes).

*Vicente-Flores Macario, Güemes-Vera Norma, Quintero-Lira Aurora, Piloni-Martini Javier*



Caracterización de aguamiel y jarabe de agave porcedente del Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala.

*Espíndola-Sotres, Valeria; Trejo-Márquez Ma. Andrea; Lira-Vargas A. Adela; Pascual-Bustamante, Selene*



Estandarización del proceso de elaboración de jarabe a partir de aguamiel.

*Espíndola-Sotres, Valeria; Trejo-Márquez Ma. Andrea; Lira-Vargas A. Adela; Ramírez-Ortíz, Ma. Eugenia*



Determinación de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cultivada en México.

*Cruz-Valderrama, S., López-Cortez, M. S., Márquez-Lemus, M.*



Caracterización química de harina de *Oxalis tuberosa*, posibles aplicaciones.

*Paulin-Yañez G., Piloni-Marini J, Quintero-Lira A, Güemes-Vera N*



Análisis sensorial de un extruido de tercera generación a base de papa roja (*Oxalis tuberosa*) y sorgo (*Sorghum spp.*)

*Santamaría, L. González, L. Chel, A. Bernardino, M. Ramírez, N. Güemes*



Efecto de la incorporación de la goma flamboyán en el rendimiento y textura de jamón forjado extendido con trozos de fruta.

*U. Torres Hernández, K. Cruz Pacheco,  
L Chel Guerrero; L. J. Corzo Rios*



Aislamiento y caracterización de proteínas de lactosuero para la elaboración de una bebida carbonatada con contenido proteico.

*González D , Regino D, Miranda S.*



Comparativa de recubrimiento a base de quitosán y un tratamiento con extractos cítricos en la vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*).

*D. Rubio, D. Hernández, P. Miranda*



Análisis físico de almidón aislado de seis genotipos de maíz obtenidos mediante dos métodos.

*M.C. Valderrama-Bravo, M.E.Ramírez-Ortiz, M.Y. Quezada-Viay,  
S. Villeda-Martínez, E. San Martín Martínez, J.A. Oaxaca-Luna*



Evaluación del envejecimiento y efecto antibacterial de un bioplástico de mucílago de nopal (*O. Joconostle*).

*López García Fabiola , Delgado Macuil Raúl,  
Jiménez Martínez Cristian.*



Empleo de jengibre en polvo para productos de panadería.

*Osorio Sánchez, Araceli; Márquez López, Jessica Nayeli; Rueda  
Enríquez; Sandra Margarita; Figueroa Villarreal, Leticia;  
Martínez Manríque, Enrique.*

14

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Obtención y caracterización química de harina compuesta de plátano verde (*Musa cavendishii*) variedad Chiapas.

*Rivero-Urquía, D. García-Suarez, S. Figueroa-Villarreal L., Rueda-Enríquez, S.M., Martínez-Manrique E.*

15

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Aplicación de una base deslactosada con grasa vegetal en la elaboración de helado.

*Gómez, O.A., Navarro Z. E., Figueroa, V.L., González. B.T., Rueda, E.S., Martínez, M.E*

16

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Extracción asistida por ultrasonido y actividad antioxidante de compuestos fenólicos del fruto de *Crataegus mexicana*.

*M. V. Robles, M. A. Aguilar, C.N. Quiroz, L. S. Vaca*

17

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Elaboración de harina de manzana (*malus domestica*) a partir de residuos del proceso de jugo y su aplicación en una botana horneada.

*Aguirre-Castillo, G.A.; Castillo-Gómez, J.L.; Trejo-Márquez, M.A.; Pascual-Bustamante, S.; Lira Vargas, A.A.; , López-Soto, D.R.*

18

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Propuesta de formulación para desarrollar un alimento vegano a base de chía y linaza.

*Granados-Ochoa, P. A., Trejo-Marquez, A., Bustamante S., Lira, A., Moreno-Ramos, C.*

19

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Efecto bactericida de cebolla en la inhibición de *Salmonella typhi*.

*Cárdenas-Rivas J. E , Trejo-Márquez M. A , Pascual-Bustamante S, Lira-Vargas A., Moreno-Ramos, C. Martínez Manríque, Enrique.*

20

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Desarrollo de un envase activo a partir de residuos de piña aplicado a la conservación de jitomate fresco.

*Torres-Avedaño K. G., Trejo-Márquez M. A., Lira- Vargas A. A., Pascual-Bustamante S, Moreno-Ramos, C., López-Soto, D.R.*

21

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Elaboración de yogurt bebible de fresa y pera enriquecido con fibra dietética y bagazo de piña, endulzado con miel de agave.

*Peréz-Piñón, M.; Trejo- Marquez, M. A.; Moreno- ,C.; Pascual- Bustamante ,S. ; Lira-Vargas, A. A;*

22

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Extracción del carotenoide licopeno de la cascara de Citrillus lanatus (Sandía).

*González M., Guerra J., Trejo Márquez M.A. , Pascual Bustamante S. , Lira Vargas A.A.*

23

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Extracción de compuestos antioxidantes de las hojas de fresa.

*Mendoza, P. M., Trejo-Márquez, M. A., Pascual-Bustamente, B. S., Lira-Vargas, V. A.; López Soto D.R.*

24

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Evaluación del método químico para la extracción de proteínas de la leguminosa Pisum sativum.

*Saldaña-Flores M., Pascual-Bustamante S., Lira-Vargas A.A., Trejo-Márquez M.A., López Soto, D.R.*

25

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Desarrollo de un helado funcional sabor vainilla bajo en calorías y grasa empleando sustitutos de azúcar y un prebiótico.

*Salinas Biviano V., Manriquez Maya J., Moreno Ramos C., Valdés Martínez S.E.*

26

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del aceite comestible de reuso adicionado con BHT.

*D. Ayón, B. Domínguez, L. Estrada, D. Jiménez, E. Palacios, E. Rojas, L. Salinas, C. Silva, M. del R. Gallegos y A. Domínguez,*

27

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Estabilidad de un saborizante de guayaba en un confite duro.

*M. Alonso, R. Vázquez, A. Olmedo, N. Romero, D. Ortiz, E. Galeana, B. González, G. Acacio, E. Pulido Alba, M. Ramírez-Gerardo.*

28

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Formulación de una goma de mascar adicionada con extracto de Té verde y aceite de clavo.

*M. Fuentes; A. González; L. González; C. Rogel; D. Segura; J. Villegas; R. Montes de Oca y A. Domínguez.*

29

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Evaluación sensorial de leche condensada de mango a la adición de colorante sintético.

*Aguirre, Benhumea, Esteban, Izquierdo, Mejía, Montes de Oca, Rodríguez, Bravo, Saldivar, Vilchis.*

30

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Desarrollo de un recubrimiento activo para prolongar la vida poscosecha de guayaba.

*J. Trujillo, A. M. Sánchez, E. L. González, J. M. Martínez, G. Arias, M. Ramírez y S. Ventura.*

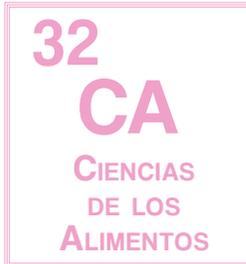
31

CA

CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

Desarrollo de un recubrimiento a base de proteína de soya para prolongar la vida anquel del jitomate.

*E. Pedraza, J. Mondragón, Y. Embriz, J. Martínez, M. Millán, D. López, R. Leonides, y R. Gallegos.*



Desarrollo de un embutido adicionado con harina de chícharo (*Pisum sativum*).

*Q. Vázquez, M. González, I. Mendoza, A. Montes de Oca, H. Elguera, S. Barrientos y C. Custodio.*



Desarrollo de un sazonador para carnes rojas a partir de residuos de piña adicionado con chile manzano.

*P. Arellano, S. Calixto, O. Flores, Michua, Ramírez, Rogel, Sosa y Rodríguez.*



Yogurt natural firme con fondo de nopal adicionado con ginseng.

*M. Bobadilla, T. Olivares, R. Millán, D. Rodríguez, I. Ruiz, K. Vasquez, A. Vazquez y A. Domínguez*



Calidad de concentrado de fresa según el grado de maduración fisiológica.

*F. Flores, M. Flores, A. Millán, A. Hernández, G. González, F. Avila M. Ramírez.*



Efecto del secado por radiación infrarroja en las características de masa de trigo con diferentes geometrías.

*M.E. Vargas, J.A. Ruíz, F.J. López*



Obtención de Aceite de Coco (*Cocos nucifera* L.) por Métodos Térmicos.

*M.E. Vargas, A.K. Pacheco*



Propiedades físicas y texturales de muffins sin gluten adicionados con fructanos de agave.

*Casas, A. N., Almanza A. N, Romero A.V*



Formación de encapsulados de ácido ascórbico/a -tocoferol.

*Rosales-Martínez Patricia, Cornejo-Mazón Maribel, Arroyo-Maya Izlia Jazheel, Hernández-Sánchez Humberto*



Efecto del glucomanano de konjac en la gelatinización de almidón de papa nativo y acetilado Efecto del glucomanano de konjac en la gelatinización de almidón de papa nativo y acetilado.

*Casas-López A. P., Martínez-Padilla, L. P., Casas-Alencáster N. B*



Aplicación de ultrasonido en la obtención de un extracto de *Stevia Rebaudiana*.

*J.F. Martínez-Guevara, V. Romero-Arreola, M.G. Sosa-Herrera*

7

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

Efecto de la velocidad de homogenización y composición en emulsiones a base de proteínas de soya y maltodextrina.

*Pereyra-Castro Silvia, Camacho-Díaz Brenda, Arenas-Ocampo Martha L, Jiménez-Aparicio Antonio R y Alamilla-Beltrán Liliana*

8

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

Adsorción y reología dilatacional de fructanos de agave en mezcla con concentrado de suero lácteo.

*A. K. Pacheco, M. G. Sosa-Herrera, V. A. Delgado-Reyes.*

9

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

Propiedades físicas y de fluidez de los polvos solos y en mezcla para preparar muffins con y sin gluten adicionados de fructanos de agave.

*Becerra, Ch M., Casas, A. N., Delgado R. V.*

10

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

Desarrollo de aperitivos mediante deshidratación osmótica y solar para su inclusión en un modelo de negocio.

*A. Matildes, J. O. Beltrán, O. Vallejo.*

11

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

Incorporación de fructanos de agave en emulsiones cítricas.

*M.F. Paz Rodríguez, M.G. Sosa-Herrera, N.B. Casas Alencáster.*

12

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

Reología de sistemas acuosos solos y mezcla de biopolímeros funcionales con concentrado de suero de leche.

*A.G. Gutiérrez Mata, M.G. Sosa-Herrera, L.P. Martínez Padilla*

**13****IA****INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS**

Relación esfuerzo-deformación por compresión uniaxial de masas obtenidas de seis diferentes genotipos de maíz.

*K. Cruz-Zacarías, M. Juárez-Buendía, E. Fuentes-Romero,  
A. Oaxaca-Luna, C. Valderrama-Bravo.*

**14****IA****INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS**

Esfuerzo-deformación de masas nixtamalizadas con nejayote a diferentes concentraciones de calcio.

*M. Juárez-Buendía, K. Cruz-Zacarías, E. Fuentes-Romero,  
A. Oaxaca-Luna, C. Valderrama-Bravo*

**15****IA****INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS**

Efecto de la fertilización orgánica nejayote – estiércol en el perfil de viscosidad de harinas nixtamalizadas.

*M.C. Valderrama-Bravo, M. E. Domínguez-Hernández, R. Zepe-  
da-Bautista, M. Contreras-Padilla, S. González-Gallardo,  
J.A.Oaxaca-Luna*

**16****IA****INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS**

Extracción y caracterización de almidón de raíz de *Sechium edule* (chinchayote).

*Arias B. W.M., Aguilar M. M.A., Quintana Z.D.*



Eliminación de atrazina acuosa mediante fotocátalisis heterogénea solar

*Trejo-Arredondo Víctor Martín, Morales-Mejía Julio César,  
Vargas-Rodríguez Yolanda Marina*



Caracterización y actividad fotocatalítica de tres fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub> para la oxidación de triclosán

*W.N. Martínez, Mejía Morales Julio César*



Diseño de un biosensor cronoamperométrico cilíndrico mediante retículas de Boltzmann

*Mares Carmona Laura Edith, Monter Cárdenas Paola Lucero  
y Reyes Villa Marcos*



Cuantificación, Caracterización y potencial aprovechamiento de residuos sólidos de cafeterías de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM

*Villegas-Pañeda Alejandra Guadalupe, Beltrán Mendoza Norman,  
Arcos Serrano Hermenegildo, Reyes Martínez Omar,  
González Guerrero César y Pérez Vera Leydi Rubi*



Caracterización de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la FES Acatlán UNAM

*Villegas-Pañeda Alejandra Guadalupe, Beltrán Mendoza Norman, Arcos  
Serrano Hermenegildo, Reyes Martínez Omar, González Guerrero César y  
Pérez Vera Leydi Rubi*



Degradación de resorcinol mediante cloro activo electrogenerado in situ en un reactor de flujo continuo

*López Alvarez Mónica, Rodríguez Pérez Francisca Alicia, Vargas Martínez  
María Gabriela, Cruz Díaz Rogelio Martín, Rivero Martínez Eligio Pastor*



Modelo en redes de Boltzmann para el diseño de un electrodeionizador con membranas de intercambio iónico

*Gutiérrez Ambrocio Eric Modesto,  
Muro Hidalgo Jessica Marlene,  
Quiroz Rojas Daniela.*



Síntesis de fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub> sobre tierras diatomeas

*L.Martínez, J. Morales*



Reacción y separación sustrato-producto en un biorreactor de enzima inmovilizada

*Guillen, L. Resendiz, M.F. Sánchez E.*



Desarrollo de un método para la determinación de analgésicos en agua.

*González Guerrero César, Meneses Díaz Jorge A. Alvarez León Leonardo,  
Reyes Martínez Omar, Villegas Pañeda Alejandra Guadalupe,  
Pérez Vera Leydi Rubi*



Modelo en retículas de Boltzmann para la administración iontoforética de fármacos

*López Gaspar Nancy, Félix Tonatiuh Quiñones Rubio*



Modelo en retículas de Boltzmann para voltamperonometría cíclica en barrido cuadrático

*Aguilera Martínez Luis Erasmo, Ríos Cuevas Diana Patricia,  
Torres Ramírez Erika*



### Diseño y construcción de un psicrométrico digital automático utilizando un microprocesador Arduino

*Ricalde de la Torre Axel Gustavo, Quiñones Rubio Félix Tonatiuh, Portilla León Diego, Uraga Ramírez Juan Jesús*



### Estudio de la calidad de agua de lluvia en la FES Acatlán UNAM y su uso potencial

*Villegas Pañeda Alejandra Guadalupe, Pérez Vera Leydi Rubi, Camacho Cardona Mario, Pavía Ortiz Pablo*



### Dinámica de una celda de combustible de metanol.

*Licona, Velázquez y Amaya Ventura Gilberto Atilano*



### Electro-oxidación del índigo carmín y negro reactivo 5 en un reactor de flujo continuo

*Rodríguez Pérez Francisca Alicia, Rivero Martínez Eligio Pator, González Martínez Ignacio*

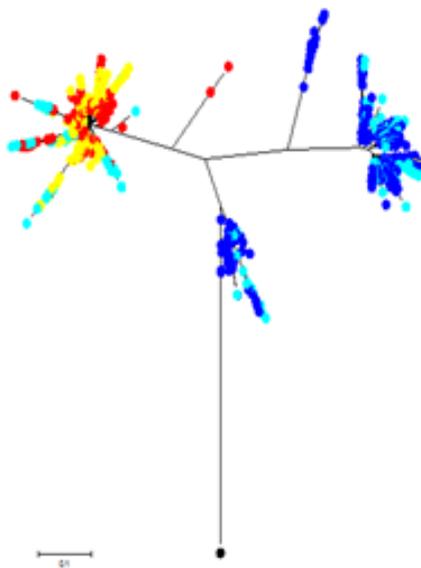


## Caracterización de la complejidad nucleotídica basal de la región HVR1 y su asociación con el tipo de respuesta a la terapia triple (Interferon-Ribavirina-Boceprevir) en pacientes con infección por el virus de Hepatitis C

A.B. Posada-Reyes<sup>1</sup>, F. Sánchez<sup>2</sup>, S. Sixtos<sup>2</sup>, E. Sevilla<sup>3</sup>, M. V. Preciado<sup>4</sup>, P. Valva<sup>4</sup>, K. Ruiz<sup>5</sup>, G. Vaughan<sup>5</sup>, A. Escobar<sup>5</sup>, S. Fonseca-Coronado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Inmunobiología de Enfermedades Infecciosas, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México; <sup>2</sup>Departamento de Gastroenterología, INCMN Salvador Zubirán;; <sup>3</sup>Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias; <sup>4</sup>Instituto Multidisciplinario de Investigaciones en Patologías Pediátricas, Hospital de Niños R. Gutiérrez, Buenos Aires, Argentina; <sup>5</sup>Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos; Secretaría de salud.

Correo: [fonsecacoronado@yahoo.com](mailto:fonsecacoronado@yahoo.com)



### INTRODUCCIÓN:

En la región HVR1 localizada entre las proteínas estructurales E1 y E2 del HCV, se presenta la mayor variabilidad genética viral, en repuesta a la presión selectiva. En los servicios de salud pública de México, en la actualidad se está incorporando el uso del antivirales de acción directa. Objetivo: Realizar la caracterización nucleotídica de la región HVR1 en pacientes infectados con HCV antes de ser sometidos a terapia triple. Metodología: Se purifico RNA viral a partir de suero y se llevó a cabo la generación de librerías para secuenciación en la plataforma 454 de Roche; con los formatos nativos se ejecutó el análisis bioinformático y estadístico. Resultados: A las secuencias de la región HVR1 se les analizó el promedio de la distancia nucleotídica. Los pacientes que respondieron al tratamiento presentaron una menor complejidad (3.685 y 16.871) en comparación con los pacientes no respondedores (20.098 y 22.55). Conclusión: Se describen diferencias en la diversidad nucleotídica basal entre pacientes con diferentes tipos de respuesta al tratamiento que sugieren un potencial uso del parámetro  $\pi$  como marcador de respuesta al mismo.

### ANTECEDENTES

El virus de la hepatitis C (HCV) posee diversos mecanismos de variación genética que dan lugar a la generación de una amplia gama de subpoblaciones virales (cuasiespecies), en este sentido, se ha descrito que en la región HVR1 localizada entre las proteínas estructurales E1 y E2, se presenta la mayor variabilidad genética viral, principalmente en repuesta a la presión selectiva ejercida por el sistema inmunológico. En los servicios de salud pública de México, el tratamiento estándar para controlar la infección por HCV continua siendo la terapia combinada con (PEG-IFN) y Ribavirina (RBV), aunque en la actualidad se está incorporando el uso del antivirales de acción directa y por un corto periodo de tiempo se tuvo disponible la terapia triple IFN/RBV/boceprevir (BCV).

### OBJETIVO

En este trabajo se realizó la caracterización nucleotídica de la región HVR1 en 4 pacientes infectados con HCV antes de ser sometidos a terapia triple

### METODOLOGÍA

La identificación de variantes virales (cuasiespecies) se llevó a cabo mediante un protocolo de secuenciación de siguiente generación El RNA fue aislado a partir de suero de los pacientes mediante el empleo del estuche comercial QIAamp® Viral RNA Mini HandBook (Qiagen). Con el material resultante se llevó a cabo la retrotranscripción con oligonucleótidos específicos para la secuencia que codifica la región HVR1 por el método de síntesis OneStep® RT-PCR kit (Qiagen). La reacción de amplicon deep sequencing se realizó en un equipo 454 Genome Sequencer FLX de Roche para lo cual cada muestra fue amplificada independientemente con primers de fusión, incluyendo los primers adaptadores A y B del equipo 454 y un set de primers internos, acoplados a uno de los identificadores múltiples (MID), se cuantificaron por fluorometría (Invitrogen; Quant-iT Picogreen dsDNA) y se mezclaron a concentraciones equimolares. La amplificación clonal en perlas mediante PCR en emulsión (emPCR) se realizó utilizando los adaptadores del sistema 454 A y B. La pirosecuenciación se llevó a cabo usando una placa PicoTiterPlate de 16 sectores.

Los archivos conteniendo los fluorogramas (SFF) fueron procesados utilizando el programa GS Amplicon Variant Analyzer (Roche), se extrajeron los datos de secuencia de nucleótidos asociados con cada amplicon marcado con un MID diferente para subsecuentemente identificar las secuencias pertenecientes a cada muestra.

### RESULTADOS PRINCIPALES

La plataforma generó un total de 1115 secuencias caracterizadas de la región HVR1 de HCV en las que se analizó el promedio de la distancia nucleotídica.; el cálculo del promedio de las distancias nucleotídicas ( $\pi$ ) de las 4 muestras basales demostró que el paciente que inicialmente respondió y al final del tratamiento tuvo una pérdida de la respuesta (ID2), presenta la mayor diversidad basal (22.55), en tanto que el paciente con la respuesta de eliminación viral más eficiente (ID7) es el que presenta la menor diversidad (3.68); aunado a lo anterior, el paciente no respondedor que presenta respuesta parcial, tiene una diversidad nucleotídica elevada (20.09), pero menor que el ID2, y el paciente respondedor a las 12 semanas (ID3) presenta una diversidad menor que los no respondedores (16.87). Lo anterior sugiere que la existencia de heterogeneidad genética entre los pacientes antes de iniciar el tratamiento, medida como  $\pi$  pudiera tener utilidad como marcador biológico de predicción al éxito del tratamiento antiviral.

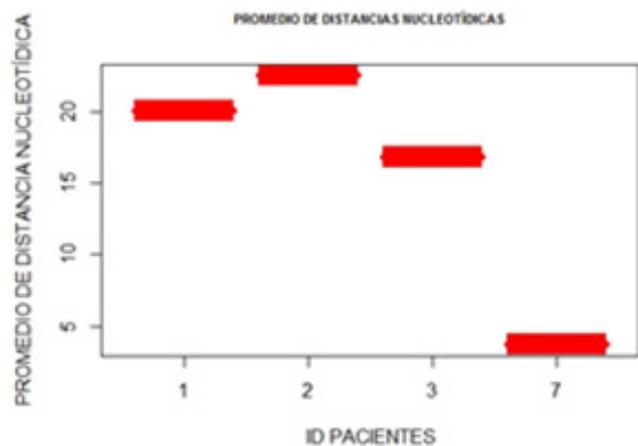


Figura 1. Promedios de las distancias nucleotídicas en la región HVR1 en 4 pacientes infectados con HCV sometidos a terapia triple. En los pacientes no respondedores, el paciente con ID1 (1) clasificado con una respuesta parcial y ID2 (2) considerado como paciente con pérdida de la respuesta. En los pacientes clasificados como respondedores, el ID3 (3) presento una EVR y el paciente con ID7 una EVR y la menor distancia media nucleotídica.

### CONCLUSIONES

Este estudio, aunque limitado en el número de muestras, sugiere que una menor complejidad basal en la región HVR1 puede estar asociada a una respuesta favorable a la terapia triple IFN/RBV/BCV.

### AGRADECIMIENTOS

Salud-2012-C01-181585 "Análisis de la Dinámica y Evolución Intrahospedero de las Variantes Virales Resistentes a los Fármacos de Nueva Generación contra el Virus de la Hepatitis C" y Salud 219508 "Dinámica de Evolución y

compartimentación de variantes virales resistentes a los antivirales de acción directa y del perfil de la respuesta inmunológica intrahepática y periférica en pacientes con infección crónica con virus de la hepatitis C", colaboración bilateral con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México y el Ministerio de Ciencia y Tecnología en Argentina.

### REFERENCIAS

- (1) Ahmed, A., y Felmlee, D. J. (2015). Mechanisms of Hepatitis C Viral Resistance to Direct Acting Antivirals. *Viruses*, 7(12), 6716-6729. doi:10.3390/v7122968
- (2) Bartenschlager, R., Lohmann, V., y Penin, F. (2013). The molecular and structural basis of advanced antiviral therapy for hepatitis C virus infection. *Nat Rev Microbiol*, 11(7), 482-496. doi:10.1038/nrmiicro3046
- (3) Escobar-Gutierrez, A., Vazquez-Pichardo, M., Cruz-Rivera, M., Rivera-Osorio, P., Carpio-Pedroza, J. C., Ruiz-Pacheco, J. A., et al. (2012). Identification of hepatitis C virus transmission using a next-generation sequencing approach. *J Clin Microbiol*, 50. doi:10.1128/jcm.00005-12
- (4) Fonseca-Coronado, S., Escobar-Gutierrez, A., Ruiz-Tovar, K., Cruz-Rivera, M. Y., Rivera-Osorio, P., Vazquez-Pichardo, M., et al. (2012). Specific detection of naturally occurring hepatitis C virus mutants with resistance to telaprevir and boceprevir (protease inhibitors) among treatment-naive infected individuals. *J Clin Microbiol*, 50(2), 281-287. doi:10.1128/JCM.05842-11
- (5) Pawlotsky, J.-M. (2016). Hepatitis C Virus Resistance to Direct-Acting Antiviral Drugs in Interferon-Free Regimens. *Gastroenterology*, 151(1), 70-86. doi:http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2016.04.003



## Evaluación de la actividad antifúngica de propóleos comerciales en *Aspergillus flavus*

Ortiz<sup>1</sup>, B. Rodríguez<sup>2</sup>, T. Cruz.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biológicas, FES Cuautitlán, UNAM

Correo: rouosalmina@gmail.com<sup>1</sup>, berope380@hotmail.com<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN:

El propóleo es una sustancia compleja debido a sus componentes, este producto procesado por las abejas que tiene propiedades medicinales debidas a compuestos polifenólicos, estos beneficios son aprovechados y se han llevado estos productos a un nivel comercial. En este trabajo se evaluó la actividad antifúngica de 11 tinturas de propóleo comerciales, in vitro, procedentes de la República Mexicana, sobre el crecimiento de *Aspergillus flavus*, hongo filamentos responsable de la producción de micotoxinas, aspergilosis pulmonar y alergias. El efecto fungicida se observó en dos de los productos evaluados y se correlaciona con la cantidad de fenoles y flavonoides presentes en las muestras, enfatizando la importancia de realizar la evaluación de los propóleos.

### ANTECEDENTES

En la actualidad se sigue considerando la presencia de mohos en los alimentos como un problema de apariencia pasajera, sin detenernos a pensar las consecuencias que pueden acarrear la presencia de ellos en los productos. Existen más de 200 tipos de mohos toxigénicos que bajo condiciones especiales son capaces de producir micotoxinas. [1], que pueden llegar a ocasionar una intoxicación por la ingesta de estos metabolitos fúngicos como la aflatoxinas las cuales se producen durante el crecimiento de *Aspergillus flavus* en alimentos ocasionando daños en diversos órganos. [2] Hoy en día existen tratamientos para los daños ocasionados por *Aspergillus flavus*, sin embargo, existe un interés enfocado a los productos naturales como es el caso del propóleo. Este es una sustancia resinosa la cual es usado por las abejas para la construcción y mantenimiento de colmenas [2], existen diversos trabajos los cuales indican que este producto presenta propiedades anti-inflamatorias, inmunoestimulantes, antimicrobianas, antifúngicas, antioxidante y de regeneración tisular [3], debido a sus componentes. La composición química del propóleos es muy compleja: contiene más de 300 componentes activos, entre ellos flavonoides, ácido benzoico, ácido caféico y sus derivados; asociada a la región geográfica, la temporada de recolección, el tipo de vegetación, la especie de abeja y el solvente usado para su extracción [2, 3, 4,5] pero cuando son compuestos comerciales no siempre se tiene la información de los factores asociados, algunos autores estiman que la presencia de ciertos flavonoides puede llegar a tener efecto antifúngico. En México el propóleo es una sustancia empleada como medicina tradicional y por esa razón existe una variedad de extractos comerciales, no obstante, no existe una estandarización sobre la comercialización de éstos productos.

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es evaluar la acción antifúngica de tinturas de propóleos comerciales sobre el crecimiento de *Aspergillus flavus* utilizando el método de difusión de agar y relacionarla con la presencia de flavonoides para evaluar su efecto

### METODOLOGÍA

Se estudiaron 11 tinturas de propoleos comerciales, evaluando cualitativamente y cuantitativamente a fenoles y flavonoides, así como la medición de la actividad antifúngica

#### Pruebas cualitativas de fenoles y flavonoides

Para la detección de flavonoides se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) y se presentó un color amarillo intenso característico de los flavonoides, flavonas y flavonoles. En la prueba cualitativa de fenoles se utilizó Cloruro férrico hexahidratado (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O) donde se observó una coloración intensa [4].

#### Prueba cuantitativa de flavonoides

Se realizó por el método colorimétrico de cloruro aluminio (AlCl<sub>3</sub>), es que éste forma complejos estables de ácidos con el grupo cetona en C-4 o bien el grupo hidroxilo en C-3 o C-5 de flavonas y flavonoles [4].

#### Prueba de difusión en agar

Se impregnaron discos de 6 mm esteriles con 16 µL de cada muestra. La prueba fue efectuada en agar dextrosa Sabourand (SDA) con glucosa al 2% de glucosa y 0.5µL de azul de metileno. A cada placa se le colocó un disco control y el triplicado de cada tintura comercial y se realizó un inóculo central de *A. Flavus* en la placa, esperando su crecimiento a los 7 días.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Diversos estudios han demostrado una correlación directa entre el contenido de fenoles totales y actividades biológicas

presentes en los propóleos, como actividades antioxidante y antimicrobiana [5], en este trabajo se observó (Tabla 1) que todos los productos comerciales evaluados presentan fenoles y flavonoides y que tienen un porcentaje considerable.

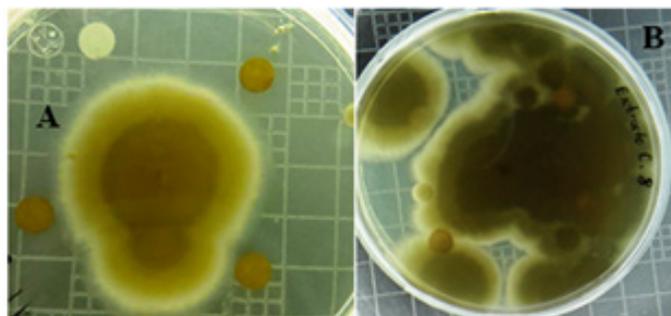


Figura 3. Inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*. (A) Efecto antifúngico de la muestra 11 a los 7 días de inoculación. (B) Crecimiento del hongo con la muestra 8 a los 7 días.

Evaluando los resultados, existen tinturas con porcentajes altos de flavonoides pero que no tienen una actividad antifúngica, posiblemente a que el propóleo es una sustancia compleja con diferentes componentes fenólicos y estos puedan llegar a tener una actividad antimicrobiana que no incluya al *A. flavus* debido a sus flavonoides [3,4].

Como se muestra en la Figura 3, las muestras 10 y 11 tienen un efecto inhibitorio contra *A. flavus*, comprobando que ambas sustancias reducen la masa micelar seca, la germinación de conidios, el crecimiento, en cambio las 9 muestras restantes existió un crecimiento uniforme y cubriendo los discos impregnados con cada una de las tinturas. La industria ha querido utilizar el propóleo en diferentes aplicaciones, es por eso que es de importancia seguir el estudio para valorar su eficacia como producto.

### CONCLUSIONES

De los 11 productos comerciales de propóleo adquiridos dentro de la República Mexicana 2 de las tinturas tuvieron un efecto inhibitorio de crecimiento ante *Aspergillus flavus* esta acción se correlaciono con la presencia de fenoles y flavonoides y el porcentaje alto de flavonoides.

Es importante que estos productos se evalúen y de esta forma estandarizar su función.

### AGRADECIMIENTOS

A los proyectos PAPIIT 200915 y PIAPI 1632 por el apoyo recibido

Tabla 1 .Resultados de la inhibición de los productos comerciales de propóleo contra *A.flavus*.

Muestra	Presencia de fenoles	Presencia de flavonoides	% de flavonoides	Inhibición del crecimiento
1	+	+	14.34	-
2	+	+	4.97	-
3	+	+	1.51	-
4	+	+	3.60	-
5	+	+	6.83	-
6	+	+	1.52	-
7	+	+	22.50	-
8	+	+	2.15	-
9	+	+	7.75	-
10	+	+	36.85	+
11	+	+	11.98	+

Tabla 1. En la columna de inhibición, (-) el crecimiento fue uniforme en toda la placa ,(+) existió inhibición por parte de la muestra.

### REFERENCIAS

- [1] Valladares L. Introducción al tema de micotoxinas y micotoxicosis. Bol Micolog 2000; 4:1-26
- [2] Londoño O.A.(2008)Estudio de la actividad antifúngica de un extracto de propóleo de la *Apis mellifera* proveniente del Estado de Mexico, Tecnología en Marcha,21 (19,49-55.
- [3] Vargas R. (2014) Antioxidant and antimicrobial activity of commercial propolis extract in beef patties, Journal of food Science,79(5),C1499-1504.
- [4] Rodríguez Pérez, Betsabe, sustentante. Perfil químico de propóleos mexicanos para su aplicación en medicina veterinaria / 2015



## Evaluación de productos de la colmena suplementados en la dieta de conejos de engorda

L., González.,<sup>1</sup> E. Gutiérrez, 2T. Cruz<sup>3</sup>  
 Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM,  
 Departamento de Ciencias Pecuarias<sup>1, 2</sup>, Departamento de Ciencias Biológicas<sup>3</sup>.

Correo: alexhk28@gmail.com<sup>1</sup>, mvzegutierrez@yahoo.com.mx<sup>2</sup>, tonatihu86@hotmail.com<sup>3</sup>.



Fig.1 Se observa el crecimiento de los conejos en el transcurso de la experimentación.

### INTRODUCCIÓN:

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta productiva de conejos en engorda del día 30 al día 70 de vida, suplementados 1 vez al día, vía oral con miel, propóleo y propomiel que garanticen una mayor eficiencia durante la etapa de engorda. El estudio se realizó con 60 ejemplares de la raza California, de los cuales fueron divididos en 4 grupos (control, miel, propóleo y propomiel) con 3 repeticiones cada uno, evaluándose ganancia de peso. La suplementación con miel mejoró la ganancia de peso respecto a los demás grupos..

### ANTECEDENTES

Entre los productos que se pueden obtener de la colmena se encuentran la cera, la miel, la jalea real y el propóleo.

Propóleo: Es una mezcla de composición química compleja constituida por una gran variedad de compuestos químicos que contiene bálsamos, aceites etéreos, polen, vitaminas, algunos minerales y proteínas, y varía según la fuente de procedencia que le confieren una variedad de propiedades biológicas. [4,5]

Miel: Es una sustancia azucarada que las abejas producen a partir del néctar que recogen de las flores. Es el alimento básico de las abejas a través de él adquieren energía necesaria para desarrollar todas las actividades de la colonia. [4]

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es una especie herbívora monogástrica y como tal, los alimentos de origen vegetal suponen la base de su dieta en condiciones naturales. La fibra, representa el principal constituyente de su alimentación, no solo por razones nutritivas sino también y sobre todo por cuestiones fisiológicas. El conejo practica la cecotrofia, que es la producción de dos tipos de materia fecal y la reingestión de una de ellas, denominadas cecotrofos o heces blandas, generalmente de producción nocturna o de reposo, son tomadas por el conejo directamente del ano. Este proceso mejora el valor biológico de las proteínas dietarias, por lo tanto se produce un mejoramiento, los cecotrofos resultan ser suplementos alimenticios ya que ofrecen una fermentación bacteriana prolongada y contribuyen al mejor aprovechamiento de materias que no podrían ser absorbidas. [3,6]

En conejos, la adicción de extracto etanólico de propóleo ha resultado en ganancia de peso y parámetros de canal, semejantes a los que recibieron las dietas

con alcohol etílico y sin ningún aditivo. [1]

Se ha demostrado que la adicción de propóleo en pequeñas cantidades mejoró el desempeño de conejos, incrementando la ganancia de peso y su conversión alimenticia. Sin embargo, con niveles más elevados, produjo influencia negativa sobre el desempeño, pero sin alteraciones que pudiesen indicar reacciones adversas a su administración. [2]

### OBJETIVO

Evaluar el uso de productos de la colmena: miel, propóleo y propomiel, suplementados en la dieta, como promotor del crecimiento en conejos (*Oryctolagus cuniculus*) de la raza California.

### METODOLOGÍA

Se incluyeron en el estudio un total de 60 animales entre hembras y machos, se realizaron tres réplicas del experimento, empleando 20 animales por replica, para la evaluación de las soluciones: miel, propóleo y propomiel, estos fueron divididos en cuatro tratamientos: control, miel, propóleo y propomiel, los que se distribuyeron al azar a razón de 5 animales por grupo.

Se utilizaron conejos destetados de 30 días de edad de la raza California, se evaluó la ganancia de peso a partir del día 30 al día 70 de edad, con una dieta peletizada ad libitum, el agua de bebida se proporcionó a libre acceso.

Los tratamientos consistieron en la suplementación con una solución de miel, propóleo, y propomiel, vía oral, administrándola diariamente, durante 40 días, para el caso del grupo control se administró agua.

Las réplicas consideraron las diferencias de peso inicial y peso final; semanalmente se pesaron a los animales individualmente, se pesó el alimento ofrecido y de igual forma

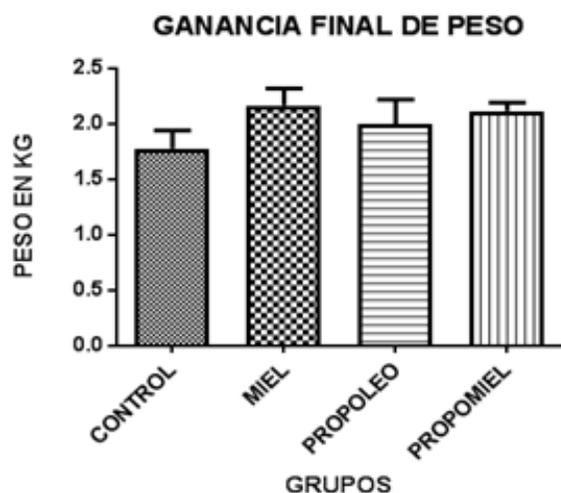
se pesó el rechazo de alimento.

La base de datos se procesó semanalmente. Se tuvo en cuenta las mediciones semanales de peso vivo, consumo y rechazo de alimento por grupo, así como la existencia de animales.

Se realizó análisis estadístico ANOVA utilizando el programa GraphPad Prism versión 7.02.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Los conejos que fueron suplementados con la solución de miel mostraron un mejor comportamiento para el parámetro evaluado, lo que se manifiesta en una mejor ganancia de peso con respecto al grupo control (diferencia significativa).



## CONCLUSIONES

La mejor respuesta productiva en ganancia de peso la obtuvieron los animales que fueron suplementados con miel, además existe alta aceptación de esta solución por parte de los conejos, lo que indica la factibilidad de utilizarlo en la etapa de engorda.

La suplementación con miel, permite reducir el tiempo de engorda los ejemplares alcanzan el peso a la venta, aproximadamente 5 días antes que el resto de los demás grupos, lo que representa un ahorro de alimento, y de la estancia de los animales en la engorda.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, UNAM-DGAPA-PAPIIT, IT200915 "Desarrollo de productos con propóleo para su uso en la pasteurelosis del conejo, el distemper canino y la otitis canina." y FESC PIAPI 1632.

## Referencias

[1] Coloni, R.D., & Col, Extrato etanólico de própolis sobre o ganho de peso, parâmetros de carcaça e ph cecal de coelhos em crescimento, 2007.

[2] García, R.C., & Col, Efeito do extrato alcoólico de própolis sobre o perfil bioquímico e o desempenho de coelhas jovens Act. Scient, 2004.

[3] De Blas, J.C., & Col, Avances en Nutrición de Conejos, Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid, XXVII Symposium de Cunicultura, Mayo 2002.

[4] Rodríguez F, Cría rentable de abejas reinas y producción de jalea real, Manual teórico Práctico para su Producción y Comercialización, Ediciones Continente, Bueno Aires, Argentina, 2007.

[5] Tolosa L., & Cañizares E., Obtención, caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de Campeche, Universidad de Granada, Facultad de Farmacia, 2002.

[6] Waldo C.T., Producción Cunicola Angora., Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile, 1987.

4

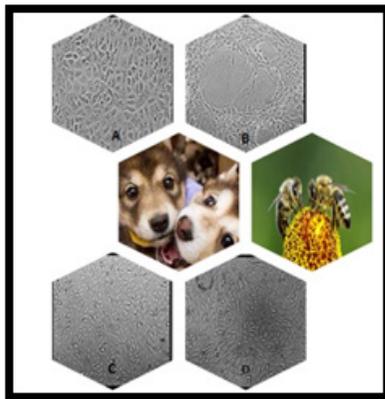
CB

CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

## Actividad antiviral in vitro de dos propóleos mexicanos en contra del virus de Distemper Canino

Y. M. Martínez Bistrain<sup>1</sup>, F. R. González Díaz<sup>1</sup>, B. Rodríguez Pérez.<sup>1</sup> M. J. González Búrquez<sup>1</sup>, T. A. Cruz Sánchez<sup>1</sup>, C. I. Soto Zárate<sup>1</sup> <sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biológicas, FES Cuautitlán, UNAM.

Correo: [nkbqd04@gmail.com](mailto:nkbqd04@gmail.com), [cisz2003@hotmail.com](mailto:cisz2003@hotmail.com)



Efecto citopático del virus del Distemper canino en un cultivo de células Vero. A) Células Vero Control Negativo. B) Efecto citopático a las 24 horas post infección. C) Citotoxicidad EEP. D) Citotoxicidad EHP

### INTRODUCCIÓN:

El propóleo se comporta como un antiviral de amplio espectro y presenta buena actividad frente a los virus de Herpes y Poliovirus, entre otros, incluyendo virus de origen animal. El objetivo fue evaluar la actividad antiviral in vitro de un extracto etanólico de propóleo (EEP) de la FES Cuautitlán y de un extracto hidrosoluble de propóleo (EHP) proveniente de Toluca, Edo. de México en contra del virus de Distemper Canino (VDC). La actividad antiviral del EEP y del EHP fue evaluada in vitro empleando células Vero en placas de 96 pozos. La infección se realizó con la cepa Buzzel del VDC y el tratamiento antiviral se administró en tres diferentes momentos: 1) dos horas antes de-, 2) simultáneo a- y 3) dos horas después de la infección. La efectividad de estos tratamientos se evaluó con el método de Mossman. En todos los tratamientos, el EEP de la FESC mostró ser efectivo en contra del VDC, aunque se obtuvo un mejor resultado cuando se administró simultáneamente a la infección. Por otra parte, los resultados obtenidos con el EHP mostraron un comportamiento similar al del EEP, incluso mostrando una mayor actividad antiviral en contra del VDC.

### ANTECEDENTES

El propóleo es un material resinoso que las abejas (*Apis mellifera* L.) elaboran a partir de exudados de árboles, plantas y flores; tiene fines desinfectantes, cerrar grietas, reducir vías de acceso y para consolidar los componentes estructurales [1]. En la actualidad se sabe que el propóleo es una mezcla químicamente compleja que puede estar constituida por más de 300 componentes, entre ellos cera, resinas, bálsamos aceites esenciales y aromáticos, polen y otras sustancias [2]. El propóleo se comporta como un antiviral de amplio espectro y presenta buena actividad frente a los virus de Herpes y Poliovirus, entre otros [3]. La actividad antiviral del propóleo también ha sido investigado en diferentes virus de origen animal como virus de Newcastle, herpes aviar y el virus de pseudorabia [4,5]. En los últimos 50 años se han realizado estudios científicos enfocados en determinar la composición química del propóleo, sus propiedades curativas y el uso farmacológico [6]. El contenido del propóleo es heterogéneo y depende de la vegetación que predomina alrededor de la colmena y de la estación del año [7]. Las diferencias en las cantidades de fenoles y flavonoides están determinadas principalmente por la flora del área, los ciclos evolutivos de las plantas proveedoras de resinas y factores climatológicos [8].

El propóleo está compuesto por antioxidantes importantes como los flavonoides y fenoles, estos compuestos tienen reportes de estar implicados con la capaci-

dad de inhibir la replicación de algunos virus. Debido a la inexistencia de antivirales específicos nos encontramos con el desafío de otorgarle al propóleo una actividad farmacológica, ya que revela un amplio espectro de actividades biológicas.

### OBJETIVO

Evaluar la actividad antiviral in vitro de un propóleo proveniente de la FES Cuautitlán y de un propóleo hidrosoluble proveniente de Toluca, Edo de México en contra del virus de Distemper Canino.

### METODOLOGÍA

Se emplearon monocapas de células Vero en cajas de cultivo de 100 mm, mantenidas en DMEM suplementado con SFB al 10% y antibiótico (penicilina-estreptomicina) en una incubadora a 37° C bajo una atmósfera humidificada con 5% de CO<sub>2</sub>. Se utilizó la cepa Buzzel del virus de Distemper canino y se tituló mediante el método de Reed and Muench [9] expresándose como la dosis infectante media en cultivo de tejido (TCID<sub>50</sub>).

La actividad antiviral de EEP y EHP fue evaluada in vitro empleando monocapas de células Vero en placas de 96 pozos. El ensayo se realizó empleando el EEP de FESC y EHP de Toluca en tres diferentes momentos; 1) dos horas antes de la infección viral, 2) simultáneo a la infección y 3) dos horas después de la infección. En todos los tratamientos los cultivos fueron evaluados a las 48 horas post-infección. La efectividad

de los tratamientos fue evaluada mediante el método colorimétrico de MTT [10]).

### RESULTADOS PRINCIPALES

El EEP de la FESC mostró ser efectivo en contra del VDC cuando se administró simultáneamente a la infección (Fig. 1)

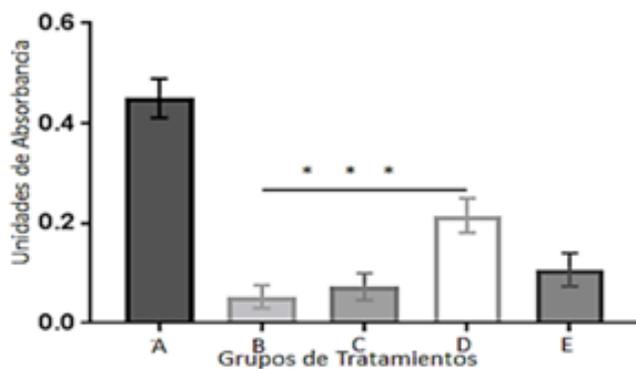


Figura 1. Evaluación de la actividad antiviral del EEP de FESC por el método de MTT. A) Control negativo, B) Control positivo, C) Tratamiento dos horas antes de la infección viral, D) Tratamiento simultáneo a la infección viral y E) Tratamiento dos horas después de la infección viral. Con P: 0.0006. (\*) Diferencia significativa.

Los resultados obtenidos con el EHP de Toluca mostraron un comportamiento similar al obtenido con el EEP de la FESC, de tal forma que si comparamos ambas figuras (Fig. 1 y 2), incluso se puede señalar que mostró una mayor capacidad antiviral (Fig. 2).

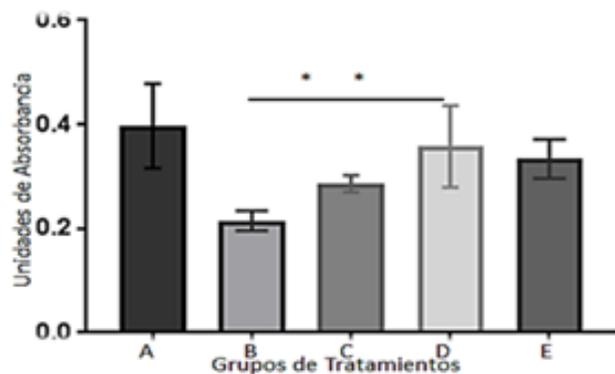


Figura 2. Evaluación de la actividad antiviral del EHP de Toluca por el método de MTT. A) Control negativo, B) Control positivo, C) Tratamiento dos horas antes de la infección viral, D) Tratamiento simultáneo a la infección viral, E) Tratamiento dos horas después de la infección viral. Con P: 0.0080. (\*) Diferencia significativa

### CONCLUSIONES

Los propóleos evaluados en este estudio (EEP y EHP) mostraron poseer actividad antiviral en contra del VDC.

Se encontró una mayor capacidad antiviral en el EHP de Toluca.

### AGRADECIMIENTOS

A los proyectos PAPIIT 200915, PIAP 1602 y PIAP 1632 el apoyo recibido.

### REFERENCIAS

- [1]Bankova, Journal of Ethnopharmacology 100 (2005)114-117.
- [2] Sfoncin, Journal of Ethnopharmacology, (2007) 113-114.
- [3]Amoros M., Lurton E., Boistie J., et al. Journal Natural (1994)12 644-647.
- [4] Búrquez (2013) Tesis UNAM, <http://132.248.9.195/ptd2013/diciembre/0706674/Index.html> recuperado el 02/02/2017.
- [5]Amoros, Simoes, Girre, Sauvager & Cormier. Journal Natural Products (1992)5, 1732-1740.
- [6]Guerrero (2013) Tesis UNAM <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/098204528/Index.html> recuperado el 27/03/2017.
- [7]Rodríguez (2015) Tesis UNAM <http://132.248.9.195/ptd2015/abril/098537426/Index.html> recuperado el 15/01/2017.
- [8]Palomino L. , Martínez J., García C., & Durango D., Rev. Fac. Nat. Agr. (2010) 6, 5373-538.
- [9] Melnick J., Adelberg E., & Jawtz E., (1966) Manual de Microbiología.
- [10]Mossmann T., Journal of Immunological Methods (1983) 65, 55-63.



## Evaluación del efecto antimicótico de propóleos mexicanos contra *Cryptococcus neoformans*

Jorge Eduardo Pacheco Pérez, B. Rodríguez Pérez, T. A. Cruz Sánchez  
 Laboratorio de Microbiología FES Cuautitlán Campo 4, UNAM.  
 Correo: pacheco\_\_065@hotmail.com



Fig. 1 Propóleo en greña



Fig. 2 Microscopia óptica de *Criptococcus neoformans*

### INTRODUCCIÓN:

Se evaluó la actividad antimicótica de extractos de propóleos mexicanos sobre *Cryptococcus neoformans* mediante pruebas de susceptibilidad para establecer una opción de tratamiento alternativo para las micosis. Se analizaron 3 EEP de diferentes estados de la república (Michoacán, Morelos y El Estado de México). Así el EEP de Morelos que tuvo mayor concentración de estos metabolitos 20% de fenoles y 15% de flavonoides, seguido por la muestra del Estado de México con 15% de fenoles y 11% de flavonoides; mientras que el EEP de Michoacán presentó los valores más bajos con 8% de fenoles y 4% de flavonoides. En cuanto a la actividad antimicótica, la muestra de Morelos presento una CMI de 0.0781 mg/mL y una CFM de 0.3125 mg/mL, Estado de México tuvo una CMI de 0.1562 mg/mL y una CFM de 0.625 mg/mL y Michoacán fue una CMI de 0.3125 y una CFM de 1.25 mg/mL.

### ANTECEDENTES

El propóleo es una sustancia resinosa recolectada por las abejas (*Apis mellifera*) a partir de diferentes árboles, flores y arbustos.

Sus propiedades medicinales han mantenido su popularidad a través de los años debido a que posee actividad antimicótica, antibacteriana, antiviral y antiparasitaria, mostrando variación en su actividad biológica dependiendo de su origen geográfico y la cantidad de metabolitos en su composición. [1]

Una de las propiedades más importantes del propóleo es su actividad antimicótica, la cual se le atribuye fundamentalmente a los flavonoides.

Los flavonoides (quercetina, apigenina, galangina, principalmente) y los ácidos fenólicos (cafeico, isofe-rúlico, cinámico y benzoico), además de ser tóxicos para las levaduras, inhiben la actividad enzimática de la hialuronidasa y el ácido caféico y la actividad de la dihidrofolato reductasa, podrían explicar la similitud entre algunos de sus efectos y los de algunos antiinflamatorios no esteroideos. [2]

En México, la información respecto a la actividad de este producto es muy limitada, aunque en los últimos años en el Laboratorio 6 de Microbiología en la UIM de la FES Cuautitlán, Campo 4, se han hecho múltiples investigaciones en cuanto al uso del propóleo, lo cual

ha servido como un gran soporte en la investigación del trabajo realizado.

En las últimas décadas se ha reportado un incremento considerable en la incidencia de micosis y los principales agentes causales son *Histoplasma capsulatum*, *Coccidioides immitis*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Blastomyces dermatitidis*, *Aspergillus* spp, *Cryptococcus neoformans* y *Candida* spp. [3]

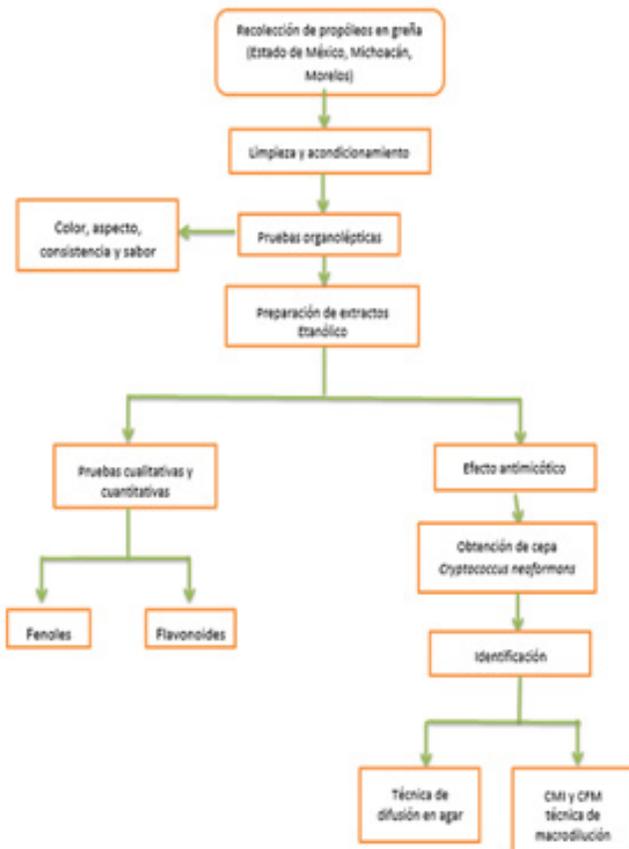
Para el tratamiento de estas micosis se utilizan antimicóticos azólicos, triazólicos, bencilaminas, Anfotericina, entre otros, que han reportado alta toxicidad en la población.

Es por ello que se propone al propóleo como alternativa de tratamiento para las micosis y se demostrará su actividad fungicida sobre *Cryptococcus neoformans* para tener las bases de dicha actividad biológica.

### OBJETIVO

Evaluar la actividad antimicótica de extractos de propóleos mexicanos sobre *Cryptococcus neoformans* mediante pruebas de susceptibilidad para establecer una opción de tratamiento alternativo para las micosis.

## METODOLOGÍA



## RESULTADOS PRINCIPALES

Se analizaron 3 EEP de diferentes estados de la república (Michoacán, Morelos y El Estado de México) y las tres muestras presentaron colores marrón-verdoso, aromáticos, con sabor amargo, trozos irregulares y de consistencia maleable. Se realizó la cuantificación de fenoles y flavonoides, así el EEP de Morelos que tuvo mayor concentración de estos metabolitos 20% de fenoles y 15% de flavonoides, seguido por la muestra del Estado de México con 15% de fenoles y 11% de flavonoides; mientras que el EEP de Michoacán presentó los valores más bajos con 8% de fenoles y 4% de flavonoides.

En cuanto a la actividad antimicótica, la muestra de Morelos presentó una CMI de 0.0781 mg/mL y una CFM de 0.3125 mg/mL, Estado de México tuvo una CMI de 0.1562 mg/mL y una CFM de 0.625 mg/mL y Michoacán fue una CMI de 0.3125 y una CFM de 1.25 mg/mL.

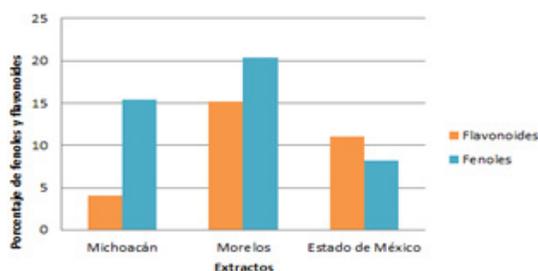


Figura 3. Contenido de fenoles y flavonoides en los 3 EEP

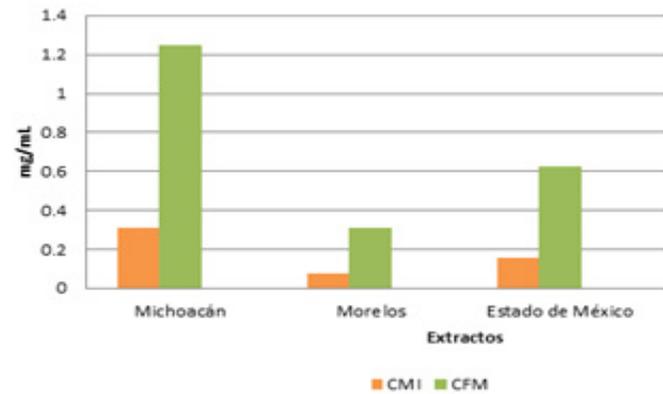


Figura 4. Resultados de las pruebas de macrodilución CMI y CFM

## CONCLUSIONES

1. El color, aroma y sabor de los propóleos en greña están mediados primordialmente por factores ambientales y la vegetación que rodea a las colmenas, así como la cantidad de compuestos fenólicos.

2. El contenido de fenoles y flavonoides tiene una relación directa en la actividad antimicótica; el EEP de Morelos fue el que obtuvo una mayor cantidad de fenoles y flavonoides y mejor actividad antimicótica sobre *Cryptococcus neoformans*.

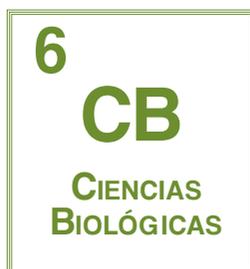
3. En base a los resultados obtenidos se establece que los fenoles y flavonoides presentes en los EEP influyen y/o están ligados a la actividad antimicótica; así como se logró comprobar que la levadura *Cryptococcus neoformans* es susceptible al tratamiento con propóleo.

## AGRADECIMIENTOS

A los proyectos PAPIIT 200915, PIAPI 1602 y PIAPI 1632 el apoyo recibido

## REFERENCIAS

- [1] Farré R, Frasquet I, Sánchez A. (2004). Propolis And Human Health. *Ars Pharm*, 45(1): 21-43.
- [2] Cartaya, O. (2001). Flavonoides características químicas y aplicaciones. *Cultivos tropicales*, 5-14.
- [3] Alexandro Bonifaz, *Micología médica básica* 5a edición Ed. Mc Graw Hill, México 2016



## Monitoreo de mostaza (*Brassica juncea*) cultivadas en jales mineros y suelos

E. Cruz Ruiz<sup>1,2</sup>, A. Aguirre Gómez\*<sup>1</sup>, P. Nadal Ruiz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Ciencias Químicas. Universidad Nacional Autónoma de México. Laboratorio de Análisis e investigación de Química Agrícola Ambiental, FESC, Campo. 4. Apdo. Postal 54700 (52)-(55)-56231999-(ext-39435).

<sup>2</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

Correo: [ecrunam@gmail.com](mailto:ecrunam@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN:

Este trabajo tiene como objetivo evaluar el desarrollo de *B. juncea* como planta tolerante e hiperacumuladora cultivada directamente sobre jales mineros ácidos (Zimapán, Hidalgo, México). Para ello, se evaluaron distintos parámetros agronómicos de crecimiento (biomasa seca, altura de planta, desarrollo de hojas, clorofila), así como la cinética de absorción, medida en extractos celulares, de los cationes nutrimentales ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) de estas plantas cultivadas en diversas mezclas de jal y suelo (p/p), ambos de las inmediaciones de la propia mina.

Los resultados obtenidos muestran como elevadas concentraciones de jal ácido en las mezclas de crecimiento limitan el desarrollo de las plantas de mostaza, provocando incluso su muerte. Sin embargo la disminución del nivel de contaminación mediante la mezcla con suelo prístino, así como la aplicación de algunas prácticas agronómicas como el encalado, el abonado orgánico y los fertilizantes de fosfatos eleva considerablemente las posibilidades de desarrollo de la planta.

### ANTECEDENTES

La actividad minera presenta efectos nocivos sobre el medio ambiente debido principalmente a la deposición "no controlada" de los residuos resultantes de la extracción mineral (jales) [1]. Dichos residuos suelen presentar características desfavorables para el establecimiento de comunidades vegetales, como bajo pH, altas concentraciones de metales tóxicos, alto contenido de sales baja retención de agua así como importantes deficiencias nutrimentales [2,3].

El desarrollo de una cubierta vegetal proporciona una protección eficaz contra la erosión eólica y la hídrica, así como contra la dispersión de contaminantes, mientras que las raíces de la planta ayudan a prevenir los procesos de lixiviación [4]. Esto es posible gracias a plantas que se han adaptado para crecer en climas áridos, en suelos con bajo contenido de nutrientes y elevadas concentraciones de metales tóxicos [5]. La planta *Brassica juncea*, comúnmente conocida como la planta de mostaza, es frecuentemente citada en trabajos de fitorremediación/fitoextracción debido a su capacidad de tolerar y acumular elevadas concentraciones de Cr, Pb, Zn, Cu, Au, Se y de otros elementos traza potencialmente tóxicos. Además se ha observado que presenta rápido crecimiento, que requiere de

poca agua (importante en zonas áridas y semiáridas con explotaciones mineras), además de presentar una elevada tasa de producción de biomasa [6].

### OBJETIVO

Evaluar el desarrollo de *B. juncea* como planta tolerante e hiperacumuladora cultivada directamente sobre jales mineros ácidos (Zimapán, Hidalgo, México).

### METODOLOGÍA

Se muestrearon las minas "El Monte" y "Carrizal", explotadas por la empresa Cia minera Carrizal Mining, localizadas en el municipio de Zimapán, Estado de Hidalgo (México) ( $20^{\circ} 43'58.1''N$ ,  $99^{\circ} 23'51.9''W$ ).

Material vegetal: germinación y trasplante. La especie seleccionada para el ensayo fue *Brassica juncea* L.

La germinación de las semillas se realizó en semillero, los cuales contenían peat moss. Trascorrido 40 días se realizó el trasplante a bolsas de polietileno, cada una de las cuales se rellenaron con distintas mezclas jal:suelo en % (p/p), respectivamente: (100% J); 75:25 (75% J); 50:50 (50% J); 25:75 (25% J); 0:100 (100% S).

Se monitorearon los parámetros agronómicos (ancho y

largo de hojas y altura de raíz), se obtuvieron y analizaron  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$  de extractos celulares por cromatografía iónica

### RESULTADOS PRINCIPALES

El suelo empleado en el ensayo fue usado en trabajos anteriores (Guzmán-Rangel 2012 [7]) y caracterizado entonces siguiendo la metodología indicada por la Norma Oficial Mexicana 021 y 141 [8,9]. Se trata de un suelo arcilloso, neutro (pH 7.07), no salino ( $\text{CE } 340 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) y con un contenido medio de materia orgánica (MO 1.52%).

### MONITOREO DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS.

La Figura 1a muestra el contenido de clorofila mediante la determinación del índice SPAD. Se observa como el efecto de la contaminación del suelo (25% jal) reduce significativamente la producción de pigmentos fotosintéticos y por tanto la producción de coloración verde de las hojas. Trabajos anteriores con *B. juncea* indican que la disminución de la clorofila de plantas cultivadas sobre suelos contaminados se debe a la deficiencia de ciertos micronutrientes (e.g., Fe, Mg) directamente relacionados con la síntesis de clorofila [10].

La Figura 1b muestra la variación de la altura (cm) de la planta a lo largo del ensayo, se nota claramente que las plantas crecidas sobre suelo puro (100% S) presentaron un crecimiento continuo a lo largo del tiempo mientras que en la 25% jal las plantas de *B. juncea* presentan una disminución.

La misma tendencia puede observarse en la cinética de los indicadores de área foliar, tanto para el ancho de la hoja (Fig. 1c) como para el largo de la misma (Fig. 1d). Se observa como el ancho y largo de la hoja se reduce notablemente con la proporción de 25% jal.

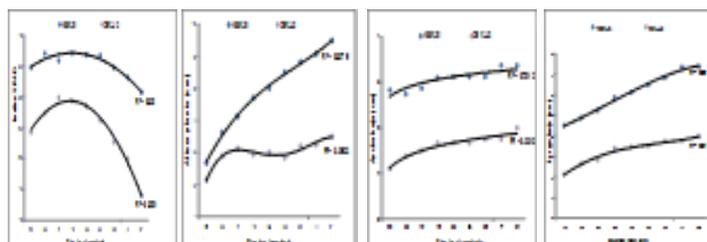


Figura 1. Monitoreo de parámetros agronómicos, efecto de la contaminación sobre 100% suelo y 25% Jal (izquierda a derecha): a) el índice de SPAD, b) Efecto de la contaminación sobre la altura (cm), c) Efecto de la contaminación sobre el ancho de la hoja (cm), d) Efecto de la contaminación sobre el ancho de la hoja (cm).

Estos resultados muestran la necesidad de implementar prácticas agronómicas que permitan resolver esta toxicidad como puede ser el encalado de suelos como una práctica adecuada para corregir los efectos nocivos de la acidez y permitir el desarrollo vegetal. Otra alternativa es adicionar fosfatos y/o materia orgánica, con el fin de generar una cubierta vegetal que establezca e impida la erosión.

### CONCLUSIONES

*B. juncea* ha resultado ser una especie capaz de tolerar niveles leves de contaminación causada por la presencia de jales conteniendo niveles apreciables de Pb, Zn y Cu en el sustrato de cultivo. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran la necesidad de llevar a cabo prácticas agrícolas adecuadas que favorezcan el medio de desarrollo de la planta

### REFERENCIAS

- [1] Dudka, S. y Adriano D.C. (1997). Environmental impacts of metal ore mining and processing: A review. *J. Environ. Qual.* 26, 590-602.
- [2] Norland M.R. y Veith D.L. (1995). Revegetation of coarse taconite iron ore tailing using municipal waste compost. *J. Hazard. Materials.* 41, 123-134.
- [3] Henriques F.S. y Fernandes J.C. (1991). Metal uptake and distribution in rush (*Juncus conglomeratus* L.) plants growing in pyrites mine tailings at Lousal, Portugal. *Sci. Total Environ.* 102, 253-260.
- [4] Marschner H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press, London
- [5] Clemente R., Walker D.J. y Bernal MP. (2005). Uptake of heavy metals and As by *Brassica juncea* grown in a contaminated soil in Aznalcóllar (Spain): the effect of soil amendments. *Environ. Pollut.* 138, 46-58.
- [6] Li Y.M., Chaney R., Brewer E., Roseberg R., Scott Angle J., Baker A., Reeves R. y Nelkin J. (2003). Development of a technology for commercial phytoextraction of nickel: economic and technical considerations. *Plant Soil.* 249, 107-115.
- [7] Guzmán Rangel G. (2012). Estrategias para la remediación de sitios contaminados con Cu, Cd, Pb y Zn aplicando tratamientos químico-agronómicos a jales minero-metalúrgicos y suelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional de México, Cuautitlán Izcalli, Edo. Méx, México, 123 pp
- [8] Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000.
- [9] Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003.



## Análisis de la presencia de auto-anticuerpos contra quimiocinas empleando la técnica del multiplexing Luminex

P. Cortes<sup>1</sup>, M. Autran<sup>1</sup>, J. Ruiz<sup>1</sup>, L. Ceron<sup>2</sup>, S. Davies<sup>2</sup>, R. Döffinger<sup>2</sup>, G. Barcenás<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio <sup>2</sup>de Inmunología (Posgrado) Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, MEX. <sup>2</sup>Department of Immunology, Addenbrooke's Hospital, Cambridge, UK.

Correspondencia: mjdb1212@googlemail.com; pau\_corace@hotmail.com



### RESUMEN:

La evidencia reciente pone de relieve la importancia de las inmunodeficiencias secundarias causadas por auto-anticuerpos (auto-Ab's) anti-citocinas, altos títulos de auto-Ab's neutralizantes causan una amplia variedad de posibles enfermedades. Sin embargo, hasta donde se conoce, no existen publicaciones con respecto a la producción de auto-Ab's contra quimiocinas relacionada a la predisposición a enfermedades infecciosas y/o autoinmunes, tanto en humanos como en otras especies. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue elaborar sistemas de quimiocinas-microesferas determinando su especificidad, integridad e interferencia antigénica, que permitieran detectar la presencia de auto-Ab's anti-quimiocinas en muestras humanas, caninas y equinas. Las quimiocinas humanas recombinantes se acoplaron covalentemente a microesferas de poliestireno carboxiladas, se empleó la técnica multiplexing Luminex para la evaluación de los sistemas y el análisis de las muestras séricas. La presencia de auto-Ab's hacia por lo menos una quimiocina se detectó en un 64%, 29% y 28% de los sueros humanos, caninos y equinos, respectivamente. El empleo de las quimiocinas humanas recombinantes permitió la detección de auto-Ab's en especies diferentes (canina y equina).

### ANTECEDENTES

En algunas enfermedades autoinmunes se desarrolla la producción de auto-Ab's contra moléculas propias, terminando en la inflamación y el daño del tejido [1,2]. Estudios recientes han reportado una inmunodeficiencia secundaria caracterizada por la presencia de auto-Ab's funcionalmente neutralizantes hacia citocinas, los cuales están asociados a una susceptibilidad a diversos patógenos. Los efectos de estos auto-Ab's son diversos e incluyen proteinosis alveolar pulmonar debido a auto-Ab's anti-GM-CSF, susceptibilidad adquirida a infecciones micobacterianas por la presencia de auto-Ab's contra IFN- $\gamma$ , auto-Ab's anti-IL-6 en pacientes con abscesos subcutáneos y celulitis estafilococal recurrente; así mismo, auto-Ab's neutralizantes contra citocinas IL-12, IL-17A, IL-17F e IL-22 han sido reportados en pacientes con candidiasis mucocutánea crónica y/o con síndrome poli-endócrino autoinmune-1, timoma y miastenia gravis [3-7].

Sin embargo, no existen publicaciones que evidencien la presencia de auto-Ab's contra quimiocinas y la posible relación con susceptibilidades a infecciones, por lo que resulta interesante especular la existencia de auto-Ab's que pudieran estar ejerciendo un efecto sobre la función biológica de estos mediadores químicos,

analizando la presencia de dichos auto-Ab's en muestras séricas de diferentes especies.

### OBJETIVO

Evaluar la presencia de auto-Ab's anti-quimiocinas en muestras séricas humanas, caninas y equinas, mediante la técnica multiplexing Luminex.

### METODOLOGÍA

Las quimiocinas humanas recombinantes fueron acopladas covalentemente a microesferas de poliestireno carboxiladas, para posteriormente evaluar dichos sistemas, empleando la técnica de Luminex y utilizando los anticuerpos monoclonales (MAb's) específicos para cada quimiocina; así mismo, la interferencia entre los sistemas fue también determinada utilizando los MAb's con el ensayo monoplex (sistema quimiocina-microesfera individual) y el ensayo múltiple (7plex, todos los sistemas simultáneos). Se determinó la estabilidad de los sistemas de acoplamiento almacenados, en forma multiplex, para definir y verificar su buen funcionamiento (acoplamiento y especificidad) de los sistemas de quimiocinas-microesferas generados. Se analizaron un total de 90 muestras séricas, de las cuales 38 correspondían a humanos, 27 a caninos y 25 a equinos, entre pacientes de diversos grupos de enfermedades e individuos

clínicamente sanos (C Neg), por medio del sistema multiplexing Luminex para la detección de auto-Ab's anti-quimiocinas.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Se evaluó el acoplamiento proteico, la integridad antigénica y la especificidad de los siete sistemas quimiocina-microesfera elaborados, los valores considerables de intensidad de fluorescencia obtenidos indicaron que existió un alto grado de acoplamiento covalente y una integridad antigénica viable de los sistemas (Fig. 1); así mismo, no se observó ninguna interferencia considerable entre los siete sistemas.

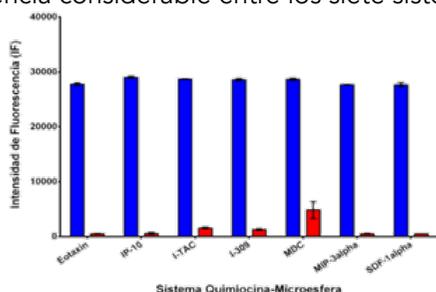


Figura 1. Evaluación en forma mono-plex de los siete sistemas de quimiocinas-microesferas elaborados.

Posteriormente se analizaron 28 muestras séricas humanas de pacientes con diferentes enfermedades e infecciones, de las cuales 18 fueron positivas a la presencia de auto-Ab's contra quimiocinas, donde la mayoría de las muestras presentaron auto-Ab's anti-MIP-3alfa y anti-MDC; en contraste, resultaron negativas las

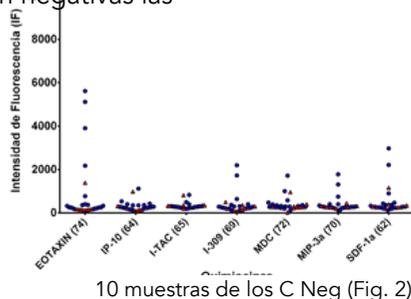


Figura 2. Detección de auto-Ab's anti-quimiocinas en sueros humanos, Pacientes ( ) y C Neg ( ).

Por otra parte, de las 17 muestras de caninos evaluadas, cinco resultaron ser positivas, en donde se observa que la mayoría presentaban auto-Ab's contra Eotaxin; siendo negativas las 10 de los C Neg (Fig. 3).

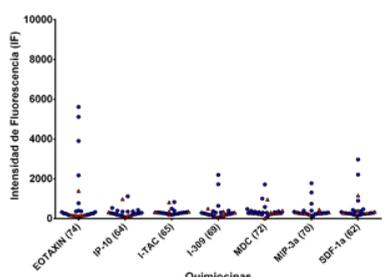


Figura 3. Análisis de la presencia de auto-Ab's anti-quimiocinas en sueros caninos, Pacientes ( ) y C Neg ( ).

Finalmente, cinco de las 18 muestras de equinos, presentaron auto-Ab's hacia más de tres quimiocinas, siendo anti-I-TAC, anti-MDC y anti-MIP-3alfa los encontrados en todas las muestras positivas; siendo negativos los siete sueros de los C Neg (Fig. 4).

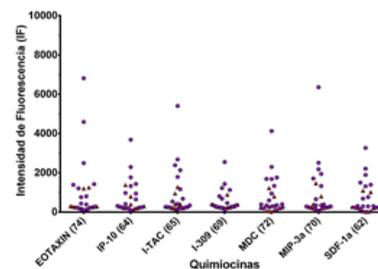


Figura 4. Detección de auto-Ab's anti-quimiocinas en sueros equinos, Pacientes ( ) y C Neg ( ).

### CONCLUSIONES

Todos los sistemas quimiocina-microesfera elaborados presentaron un exitoso acoplamiento proteico, una integridad antigénica y estabilidad viable de las quimiocinas acopladas; y en ninguno de los sistemas se detectó un grado de interferencia considerable permitiendo el uso de todos los sistemas quimiocinas-microesferas simultáneos (7-plex).

Con respecto al análisis serológico indicó que el 64% de las muestras séricas humanas resultaron ser positivas a la presencia de auto-Ab's anti-quimiocinas, siendo los anti-MIP-3alfa y anti-MDC los más frecuentes. Mientras que en el 29% de las muestras caninas se detectaron auto-Ab's contra cinco diferentes quimiocinas (siendo Eotaxin la más frecuente); en cuanto a las muestras equinas analizadas el 27% resultó ser positivo a la presencia de auto-Ab's hacia al menos tres quimiocinas (I-TAC, MDC y MIP-3alfa).

Finalmente, el empleo de las quimiocinas humanas recombinantes permitió la detección de auto-Ab's en las dos especies diferentes (canina y equina).

### AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IN220815 y al Proyecto PIA-PI1642.

### REFERENCIAS

- [1] Kivity, S., Agmon-Levin, N., Blank, M. y Shoenfeld, Y. (2009). Trends in Immunology 30:409-4014.
- [2] Invernizzi, P., Gershwin, M.E. (2009). J Autoimmun. 33(3-4):290-9.
- [3] Doffinger, R., et al. (2004). Clin Infect Dis 38(1):e10-4.
- [4] Hoflich, C., Sabat, R., Rosseau S. et al. (2004). Blood 103:673-675.
- [5] Kisand, K., et al. (2010). J Exp Med 207:299-308.
- [6] Puel, et al. (2010). J Exp Med 207: 291-297.
- [7] Browne, S.K. (2014). Annu Rev Immunol. 32:635-57+A30.



## Caracterización del suelo de cultivo de *Stevia rebaudiana* de algunos estados de México

Molina-González<sup>1</sup>, López-Cortez<sup>2</sup>, Vásquez-Murrieta.

<sup>1,2</sup>Departamento de Biofísica, ENCB-IPN, Prol. Carpio y Plan de Ayala, s/n. Col. Santo Tomás, Apartado Postal 42-186, Ciudad de México. C.P. 11340, México.

Correo: q.a.dianamolina@gmail.com.



Figura 1. Muestras de suelo analizadas

### RESUMEN:

México es un país caracterizado por su biodiversidad, en la república se presenta una variedad de climas, y condiciones geográficas que influyen en las características de los suelos de cada región las cuales a su vez se reflejarán en las propiedades de los cultivos que en estos se desarrollan; en esta investigación el objetivo fue la caracterización del suelo de cultivo de la *Stevia rebaudiana* un producto originario de Paraguay y Brasil con alto valor comercial debido a su uso como edulcorante. Se desarrolló la caracterización fisicoquímica siguiendo los métodos de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (SSSA, por sus siglas en inglés) encontrándose que los suelos provenientes de algunas regiones de Chiapas (CH), Durango (DG), Estado de México (EM), Michoacán (MI) y Veracruz (VZ) son suelos fértiles aptos para el cultivo de esta planta.

### ANTECEDENTES

El suelo se conforma de cinco componentes principales: minerales, agua, aire, materia orgánica y organismos vivos. La cantidad de estos constituyentes varía con la localidad. El agua y el aire juntos representan aproximadamente la mitad del volumen del suelo; dicho volumen se denomina espacio poroso [1].

Además de los minerales presentes en el suelo otro factor que influye sobre el crecimiento de las plantas son las propiedades químicas del suelo, las que impactan en mayor medida son: la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de intercambio catiónico que afecta la fertilidad inherente del suelo y su habilidad para retener nutrientes, el pH y la salinidad que dependen de la solubilidad del suelo [2].

México cuenta con una rica variedad de climas y diferencias geográficas; esto da como resultado diversas características en los suelos de cultivo, por lo que, en determinadas regiones se favorece la producción de unos cultivos sobre otros.

Cuando el mismo producto agrícola se cultiva en zonas diferentes puede observarse que existen ciertas variaciones entre los productos de ambas regiones, las cuales derivan de los factores climatológicos, el manejo del agro-ecosistema y de la composición del suelo de cultivo.

En esta investigación, se lleva a cabo el estudio de los suelos de cultivo de la *Stevia rebaudiana* con la finalidad de comprobar su aptitud para el desarrollo de esta planta.

La *stevia* es un arbusto originario de la zona fronteriza entre Paraguay y Brasil que pertenece a la familia Asteraceae; existen más de 300 variedades de *stevia*, sin embargo, la *Stevia rebaudiana* es la única que presenta la característica de dulzor tan valorada por la industria de alimentos [3].

### OBJETIVO

Determinar los parámetros fisicoquímicos y de contenido de minerales en las muestras de suelo de cultivo de *Stevia rebaudiana*. Para comprobar la idoneidad de esos suelos en el cultivo de esta planta en México.

### METODOLOGÍA

Todos los reactivos utilizados son de grado analítico.

El primer paso fue la recolección de las muestras de suelo entre los meses de marzo y abril de 2016. El suelo se tamizó en malla de 2mm y se secó en estufa a 105°C.

Después se realizaron las determinaciones de pH, conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y capacidad de retención de agua (CRA).

Para todos los resultados aquí presentados se realizó una prueba de ANOVA, en el software Minitab 17®, con un nivel de significancia de 0.05 ( $\alpha = 0.05$ ) para determinar si las medias de las muestras son diferentes, posteriormente se realizó la prueba de Tukey para saber que muestras son significativamente diferentes entre sí.

Resultados principales

En el Cuadro 1 se muestra la media ( $n=3$ ) de los resultados de las determinaciones fisicoquímicas realizadas.

## RESULTADOS PRINCIPALES

En el Cuadro 1 se muestra la media (n=3) de los resultados de las determinaciones fisicoquímicas realizadas.

Cuadro 1. Propiedades fisicoquímicas del suelo

Muestra	CRA (%)	pH	CE (dSm <sup>-1</sup> )	CIC (meq/100g)
CH	68.2	7.1	2.4	31.3
DG	75.0	7.0	4.7	12.3
EM	71.0	6.9	1.3	15.2
MI	74.2	5.6	1.6	16.0
VZ	75.4	7.4	1.1	14.2

Como se puede observar las muestras de suelo presentan un pH ligeramente ácido, con valores comprendidos dentro del intervalo de pH, 5.7 a 7.82, reportado por Kumar-Pal et al., (2015) quienes evaluaron la influencia de la ecología del cultivo en el crecimiento y la producción de metabolitos secundarios de la stevia; la stevia crece naturalmente en suelos ácidos (pH 4 – 5); sin embargo, puede ser cultivada en suelos desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos (pH 6.5 – 7.5) manteniendo un adecuado drenaje del mismo [4].

Los valores de CE van desde 1.11 hasta 4.74 dS/m por lo que en términos generales se trata de suelos no salinos (CE de 0 – 2 dS/m) o ligeramente salinos (CE de 2 – 4 dS/m) con excepción de las muestras DG que son suelos moderadamente salinos en el que por lo regular se observa la disminución del rendimiento de los cultivos [5].

Zaman et al., (2015) obtuvieron los mejores resultados en cuanto a parámetros de crecimiento y rendimiento de biomasa al cultivar stevia en suelos con CE menor a 6.08 dS/m.

Los valores de CIC de las muestras analizadas oscilan entre 12.29 y 31.25 meq/100g de suelo lo que las clasificaría como suelos de textura intermedia entre fina y gruesa, solo el suelo CH muestra diferencia significativa en este parámetro con respecto a las otras muestras, una posible explicación de este valor de CIC en el suelo de Chiapas es el alto contenido de carbono orgánico que presenta este suelo, que es un factor determinante en la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.

Un parámetro más de caracterización del suelo que se encuentra muy relacionado con la CIC y la textura es la capacidad de retención de agua (CRA) la cual indica que cantidad de agua se encuentra retenida en los espacios capilares del suelo después de la filtración por acción de la fuerza gravitacional hacia las capas más profundas del suelo [5], entre más fina sea la textura de un suelo (mayor

porcentaje de arcilla y limo) más cantidad de pequeños poros estarán presentes y habrá más agua almacenada, aunque esto no necesariamente es bueno para la fertilidad del suelo ya que un suelo de textura media a pesar de retener menos agua que un suelo de textura fina presenta una mayor cantidad de agua disponible para los cultivos [2].

## CONCLUSIONES

Los suelos estudiados presentan un pH ligeramente alcalino respecto al óptimo para el cultivo de la stevia.

Las plantas de stevia cultivadas en Durango se han adaptado de buena forma a las condiciones moderadamente salinas del suelo (CE = 4.74 dS/m).

En general todos los suelos analizados son fértiles y adecuados para el cultivo de la stevia, los resultados de parámetros como la textura, salinidad y capacidad de intercambio catiónico lo confirman

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT su invaluable apoyo en el desarrollo de esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Martin, A. (1980). Introducción a la microbiología del suelo. México: AGT Editor, S.A.
- [2] Mengel, K., & Kirkby, E. (1987). Principios de Nutrición Vegetal. Suiza: International Potash Institute.
- [3] Meneni, S., & Prakash Chaturvedula, V. S. (2015). Continuation of Reversed-Phase HPLC Analysis Studies of Steviol. Journal of Food Research 4(2), 87-91.
- [4] Zaman, M. M., Chowdhury, M. A., & Chowdhury, T. (2015). Growth parameters and leaf biomass yield of stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) as influenced by different soil types of Bangladesh. J. Bangladesh Agril. Univ. 13(1), 31-37.
- [5] Aguirre Gómez, A. (1993). Química de los suelos salinos y sódicos. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

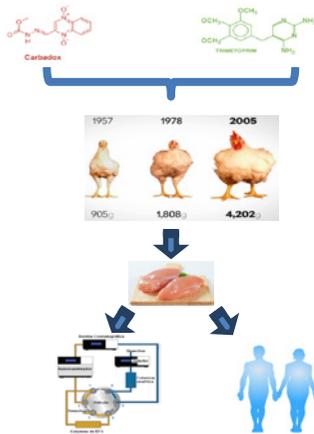


## Análisis de promotores del crecimiento mediante Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (CLAR)

S. Corona<sup>1</sup>, J. Olmos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Químicas, Sección de Química Analítica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Av. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, 54740 Cuautitlán Izcalli, Méx.

Correo: [j.olmos@fesc.cuautitlan2.unam.mx](mailto:j.olmos@fesc.cuautitlan2.unam.mx)



Efecto de los promotores del crecimiento en pollos de engorda, importancia y análisis

### RESUMEN:

Desde la década de los cincuenta, la adición de antibióticos en pequeñas dosis al alimento de animales de granja ha sido una práctica habitual para mejorar las producciones promoviendo el crecimiento de los animales. Lo anterior genera problemas de resistencia de microorganismos patógenos que pueden ser transmitidos a los consumidores. El objetivo de este trabajo es optimizar las condiciones de análisis cromatográfico para cuatro diferentes sustancias utilizadas como promotores de crecimiento: carbadox, olaquinox, cloranfenicol y trimetoprima. Las mejores condiciones de análisis fueron: fase móvil metanol (disolvente A) y agua pH= 3 (disolvente B) utilizando un gradiente lineal desde 30% a 75 % de A en 9 minutos; flujo de 1 mL min<sup>-1</sup>; columna fenilo de 4.6 x150 cm; detección UV a las longitudes de onda de 270 y 365 nm. El sistema presentó buena linealidad con  $r^2 > 0.98$  en el intervalo de concentraciones de 5 a 25 ppm y buena reproducibilidad con C.V.% < 3.5.

### ANTECEDENTES

El uso de fármacos con fines veterinarios en la producción agropecuaria hace que los consumidores de alimentos de origen animal estén potencialmente expuestos al consumo de residuos de sustancias que pueden tener cierto grado de toxicidad, ya que los compuestos permanecen en el organismo animal como consecuencia del tratamiento recibido, incluyendo el principio activo original y/o los productos de su biotransformación (metabolitos). En el año 2004 la SAGARPA publicó el ACUERDO en el que se establece la clasificación y prescripción de los productos farmacéuticos veterinarios con base en el nivel de riesgo de sus ingredientes activos. Dicho acuerdo fue modificado y actualizado en el año 2013, y en éste se señalan diferentes compuestos cuyo uso en animales dedicados a la producción de alimentos está prohibido [1, 2]. La Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (CLAR) permite la identificación y análisis de diferentes compuestos presentes en las muestras por lo cual es ideal para el estudio de los promotores de crecimiento que pueden ser de diferentes características químicas [3].

### JUSTIFICACIÓN

En nuestro país se siguen aplicando promotores del crecimiento en animales de granja y su monitoreo en las diferentes matrices ambientales (animales, humanos, aguas potables y residuales, etc.) debe ser prioritario.

### OBJETIVO

Optimizar la separación y análisis de los analitos: carbadox, olaquinox, cloranfenicol y trimetoprima utilizando

un sistema de CLAR con detección UV/VIS.

### METODOLOGÍA

Se prepararon diferentes disoluciones "stock" de los analitos carbadox, olaquinox, cloranfenicol y trimetoprima (Sigma-Aldrich) utilizando metanol grado HPLC (J.T. Baker) a una concentración de 1000 ppm. A partir de las disoluciones "stock" se preparó una mezcla de los analitos a una concentración de 200 ppm de cada uno.

Se preparó una curva de calibración utilizando diferentes alícuotas y un volumen de aforo de 5 mL para obtener las concentraciones de 5, 9, 13, 17, 21 y 25 ppm de cada analito. El aforo se realizó con una mezcla de MeOH:Agua 1:1. Cada disolución se inyectó por triplicado utilizando las condiciones cromatográficas descritas en la Tabla 1. Se evaluó la linealidad, la repetibilidad, los límites de detección (L.D.) y los límites de cuantificación (L.C.) del sistema cromatográfico.

Tabla 1. Condiciones del sistema cromatográfico

Tipo de elución		Gradiente
Fase Móvil (tiempo)	30% MeOH (inicio)	70% Agua pH=3
		75% MeOH 25% Agua pH=3 (9 min)
Flujo	1 mL min <sup>-1</sup>	
Columna	Fenilo, 3 µm dp, 4.6 x 150 mm	
Detector	UV/VIS a 270 y 365 nm.	

## RESULTADOS PRINCIPALES

La figura 1 presenta la separación cromatográfica de los analitos con las condiciones óptimas

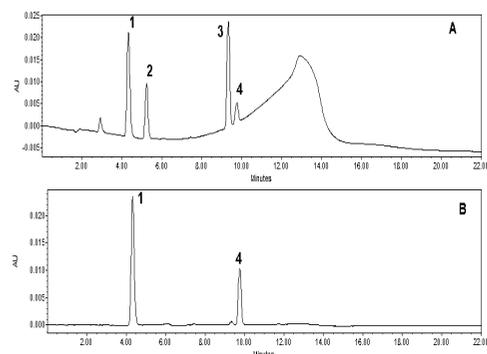


Figura 1. Cromatogramas obtenidos para la mezcla de analitos carbadox (1), trimetoprima (2), cloranfenicol (3) olaquinox (4) a 270 nm (A) y 360 nm (B).

Se aprecia que las condiciones cromatográficas optimizadas permiten una correcta separación de los analitos y al utilizar una longitud de onda de 360 nm aumenta la sensibilidad del sistema para el compuesto olaquinox. Con las condiciones optimizadas se evaluó el desempeño del sistema y los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros del sistema cromatográfico

Analito	CAR	OLA	CLO	TRI
$r^2$ <sup>a</sup>	0.987	0.980	0.981	0.997
C.V.% <sup>b</sup>	3.5	3.0	3.4	2.5
L.D.	1.2	1.6	1.5	1.4
L.C.	3.6	4.8	4.5	4.2

CAR=Carbadox, OLA=Olaquinox, CLO=Cloranfenicol y TRI=trimetoprima. a = En el intervalo de 5 a 25 ppm; b = evaluado a una concentración de 10 ppm.

El sistema cromatográfico mostró buena linealidad y reproducibilidad. Los límites de cuantificación resultaron menores a 4.8 ppm.

## CONCLUSIONES

Las condiciones cromatográficas del sistema permiten la adecuada separación y análisis de la mezcla de carbadox, olaquinox, cloranfenicol y trimetoprima.

Los límites de cuantificación resultaron menores a 4.8 ppm y se espera que aumenten al acoplar el sistema CLAR a un sistema de preconcentración de Extracción en Fase Sólida en línea

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Programa Interno de Apoyo para Proyectos de Investigación (PIAPI 2016) Clave 1651 y Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) Clave IA204717 por el financiamiento recibido.

## REFERENCIAS

[1] SAGARPA. (2014). Programa nacional de monitoreo y control de residuos tóxicos y contaminantes en alimentos de origen animal 2014 y resultados del 2013.

[2] Diario Oficial de la Federación. (2013). ACUERDO por el que se modifica el diverso por el que se establece la clasificación y prescripción de los productos farmacéuticos veterinarios por el nivel de riesgo de sus ingredientes activos.

[3]W. Souza, J. Alkimi. Talanta, 144 (2015) 740.



## Uso del propomiel y la Enrofloxacin en problemas respiratorios de los conejos

M. Carmona<sup>1</sup>, E. Gutiérrez<sup>1</sup>, T. Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.UNAM.

Correo: carmona.cm505@gmail.com, mvzegutierrez@yahoo.com.mx tonatiuh86@hotmail.com



### RESUMEN:

Dado que las afecciones respiratorias del aparato respiratorio son frecuentes en el conejo doméstico en el presente trabajo se evaluó la actividad in vivo e in vitro del propomiel y de la enrofloxacin sobre agentes patógenos respiratorios en conejos. Además de aislar e identificar los agentes causales de estas afecciones. (2)

El objetivo principal de este trabajo fue estudiar la actividad antibiótica in vivo e in vitro del propomiel y la enrofloxacin sobre agentes patógenos respiratorios en conejos.

Se trabajó con 30 conejos adultos con signología respiratoria, a los que se les realizó hisopado nasal e historia clínica para después dividirlos en 3 grupos a los que se les aplicó diferente tratamiento uno de enrofloxacin, y dos grupos de propomiel uno con proporción 50:50 y otro 30:70

Los agentes causales fueron aislados e identificados mediante pruebas primarias, secundarias y especiales además de realizarse pruebas de sensibilidad in vitro

Los tratamientos in vivo fueron:

Enrofloxacin: 5mg/kg c/24 hr / 3 días

Propomiel: 3 ml/ animal/3 días

Se hizo monitoreo de los animales los 3 días de tratamiento y posteriormente se hicieron revisiones el 5°, 7° y 10° día para poder observar si hubo mejoría con los tratamientos aplicados

### ANTECEDENTES

La cunicultura es la rama de la ganadería que se encarga de la producción, cría y reproducción de los conejos domésticos.

Problemas respiratorios

Las afecciones del aparato respiratorio son frecuentes en el conejo doméstico. En criadero, atacan sobre todo a los reproductores, aunque los gazapos pueden ser afectados también. En animales adultos son de temer sobre todo las pérdidas de las hembras, en las cuales la enfermedad se vuelve crónica, causa detenciones de producción y una mortalidad considerable en los gazapos lactantes. (2)

Aspectos clínicos

Los primeros síntomas son un derrame nasal (rinorrea), claro, fluido, y estornudos frecuentes que pueden llegar a disminuir convirtiéndose en. Los conejos se frotan la nariz con las patas delanteras dejando los pelos de ésta zona sucia de moco. Más tarde, la descarga nasal se vuelve amarillenta, espesa y purulenta.

Hay una disminución de los movimientos respiratorios, muy visible a nivel de los orificios nasales y dificultades de inspiración. En los jóvenes, el crecimiento se retarda o se detiene. (3)

Los problemas respiratorios son siempre consecuencia de varios factores en conjunto. La principal causante es *Pasteurella multocida* la cual a menudo va acompañada por *B. Bronchseptica*, *S. aureus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Proteus*, etc.

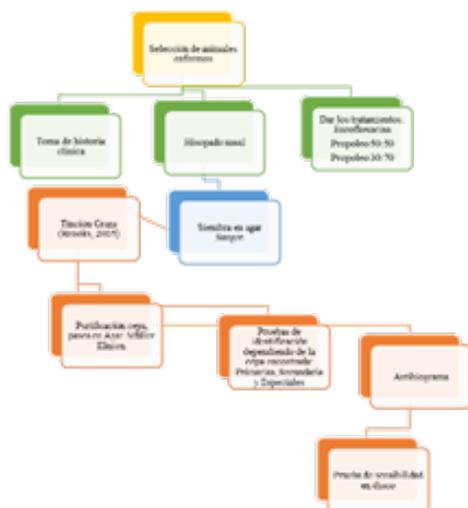
### ANTIBIÓTICOS EN CONEJOS

El conejo muestra intolerancia frecuente a algunos antibióticos cuando son administrados por vía oral, debido a las características de flora bacteriana del tubo digestivo. Esto es especialmente efectivo cuando ellos actúan intensamente sobre bacterias Gram positivas. (2)

### OBJETIVO

Estudiar la actividad antibiótica in vitro e in vivo del propomiel y de la enrofloxacin sobre agentes patógenos en conejos.

## METODOLOGÍA



## RESULTADOS PRINCIPALES

Las principales cepas que encontramos en los aislamientos bacterianos fueron: *Pasteurella multocida*, *Proteus spp*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus spp* y *E. coli*.

En la figura 1 se observan los porcentajes de las cepas encontradas



Figura 1. Porcentajes de las cepas encontradas en las muestras tomadas de los conejos

En la Grafica 1 Se muestra la eficacia de los tratamientos aplicados en los conejos.



En la Gráfica podemos observar que no hay diferencia significativa al comparar un antibiótico comercial de amplio espectro como lo es la Enrofloxacina con el propomiel en sus dos proporciones 30:70 y 50:50

## CONCLUSIONES

Podemos concluir que el propomiel es una buena opción en el tratamiento en los problemas respiratorios de los conejos gracias a sus propiedades antibacterianas, que a comparación del uso de antibióticos en conejos que pueden provocar problemas digestivos el propomiel por ser un tratamiento natural no provoca este tipo de daños.

El tiempo de acción en los tres tratamientos fue el mismo por lo que esta opción de tratamiento no interfiere con los tiempos de recuperación, y al no provocar otro tipo de reacción lo podemos emplear en hembras gestantes.

La principal bacteria involucrada en los procesos respiratorios fue *Pasteurella multocida* en el 50% de los aislamientos seguida en promedio por orden de aparición de *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus* y *E. coli*

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se elaboró gracias al financiamiento de los proyectos PAPIME PE203815 y PAPIIT IT 200915

## REFERENCIAS

- [1] Brooks F. G., Butel S. J., Morse A. S. (2005), Microbiología medica de Jawetz, Melnick y Adelberg., 18a edición, México D.F., Manual moderno.
- [2] Pujol. R. J.M (2000), "Enfermedades del conejo", España, Ediciones Mundi-Prensa.
- [3] Selva L; Viana, D.; Ortega, J. y Corpa, J.M, (2007) Pasteurellosis: principal patología respiratoria en cunicultura industrial. Boletín de cunicultura 150:14-24

12



## Análisis Básico de Propiedades de Agua y Suelo

María de los Ángeles Cortez Ayala; Juan Pablo Zepeda Flores; Vanessa Dessiré Martínez Correa; Lidia Elena Ballesteros Hernández; Griselda Ávila Enríquez.

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.UNAM

Correo: jacquelinevazquezm@gmail.com, <sup>2</sup>gali.unam97@gmail.com, <sup>3</sup>lidelebah@hotmail.com,



### INTRODUCCIÓN:

El crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como la cantidad y calidad de las cosechas, están en relación directa con los nutrientes que contenga el suelo y agua utilizados en la producción primaria. Es por esta razón que es muy importante que el productor conozca las particularidades físico-químicas de estos elementos.

El rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre los que ocupa un lugar importante la disponibilidad de los nutrientes esenciales para las plantas. Cuando esto no está en cantidades adecuadas, se requiere adicionar fertilizantes químicos. Por ello, el análisis químico del suelo y agua puede suministrar información muy valiosa.

### ANTECEDENTES

El análisis químico de suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes, además de ser una fuente de información vital para el manejo de suelos, pues permite: Clasificar los suelos, ayudar en la evaluación de la fertilidad del suelo, determinar las condiciones específicas del suelo que puedan ser mejoradas.

En la población de Xaloma así como en todo el municipio el cultivo de durazno es una buena fuente de ingresos pues representa en la Región Norte del estado, el mayor productor con un rendimiento de 3.87 Ton/Ha (SIAP, 2016). Por lo cual se trabajó con muestras de suelo y de agua provenientes de esta localidad para analizar sus propiedades y compararlas con las necesarias para este cultivo.

### OBJETIVO

Realizar un análisis básico de las propiedades químicas en muestras de suelo y de agua de riego tomadas de la población de Xaloma San Nicolás (4ta sección) en el Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

### METODOLOGÍA

Las propiedades químicas a determinar fueron, para el suelo en una profundidad de 30 cm.

1. Conductividad Eléctrica del extracto de saturación (CEe).
2. Determinación del pH.
3. Calcular la necesidad de cal en Ton/Ha
4. Determinar el % de Materia Orgánica (MO).
5. Determinar y calcular la Capacidad de Intercambio

Catiónico (CIC).

El agua de riego fue obtenido del mismo lugar que el suelo, y se le determinaron las siguientes propiedades químicas:

1. Determinación de pH
2. Conductividad Eléctrica.
3. Presencia de algunos aniones tales como: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Todo lo anterior en base a la metodología propuesta por Aguirre et al. (1985) en el Manual de Laboratorio Química I Ingeniería Agrícola.



Foto 1. Medición de pH con un potenciómetro



Foto 2. Determinación de Cloruros, basándonos en una titulación por precipitación con Nitrato de plata.

### RESULTADOS PRINCIPALES

#### PARA EL SUELO

Conductividad Eléctrica = 0.0048 dS/m

pH = 5.93

Necesidad de cal para un pH de 7.0 = 3.78 Kg/Ha

% Materia orgánica = 10%

Capacidad de intercambio catiónico = 7.996 meq.

#### PARA EL AGUA

pH = 6.0

Bicarbonatos = 1.897 meq/L

Cloruros = 0.11 meq/L

Sulfatos = 78.43 meq/L

### CONCLUSIONES

La determinación de estas propiedades fue fundamental para la comprensión de algunos de los factores e interacciones que se llevan a cabo en el suelo. La determinación del pH es afectada por varios factores tales como el tipo y cantidad de constituyentes orgánicos e inorgánicos, que constituyen a la acidez del suelo, la concentración de sales en la solución, etc. Y la CE nos puede informar acerca de la clasificación de los suelos en este caso resultó no salido. Respecto al CIC su relación con el pH y las bases intercambiables como calcio, magnesio, potasio y sodio. Lo que respecta al agua de riego se observó que no se tiene presencia de carbonatos, mientras que los otros aniones se encuentran presentes lo que nos lleva a pensar que son de gran fuente de nutrientes y son aprovechados por el cultivo.

De manera general para el cultivo antes mencionado los resultados se pueden ajustar al cultivo, utilizando métodos de remediación para la falta de materia orgánica con la aplicación de fertilizantes, sin embargo este factor se convierte en limitante para el rendimiento y la calidad del cultivo, que a su vez podría significar menores ingresos al productor.

### REFERENCIAS

[1] Aguirre, A., Cedillo, M., Delgadillo, G. y León, F. (1985). Manual de Laboratorio Química I Ingeniería Agrícola (2ª ed.) UNAM: México.

[2] Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle-Bueno y A. Aguilar-Santelises. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. [en línea] Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Colección INCAPA. Celaya, Guanajuato, México. Disponible en: [www.fecchiapas.com.mx/sistema/biblioteca\\_digital/guia-de-interpretacion-de-analisis-de-suelos-y-aguas-intagri-3.pdf](http://www.fecchiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/guia-de-interpretacion-de-analisis-de-suelos-y-aguas-intagri-3.pdf) Recuperado el día 06/05/2017

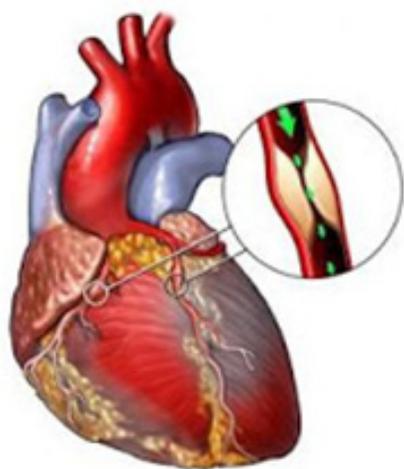
[3] Gratacós N., Eduardo. (s.f.) El cultivo del durazno Prunus pérsica (L.) Batsch. Apuntes para la cátedra de fruticultura de hoja caduca. [en línea] Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. [www.biblioteca.org.ar/libros/211462.pdf](http://www.biblioteca.org.ar/libros/211462.pdf). Recuperado el día 06/05/2017

[4] Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Diario Oficial de la federación (DOF), 7 de diciembre de 2001. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola (Base de datos actualizada al año 2016) [en línea] [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp) Recuperado el día 06/05/2017

## Seguimiento temporal del mRNA de genes del Sistema Renina Angiotensina y Sistema Calicreína-Cinina en el Infarto Miocárdico en ventrículo izquierdo de rata Wistar macho

D. Cortés<sup>1</sup>, E. Baca<sup>2</sup>, S. Fonseca<sup>3</sup>, J. Flores<sup>4</sup>, L. Martínez  
Laboratorio de Farmacología del Miocardio, Facultad de Estudios Superiores.

Correo: daniel.corav@gmail.com<sup>1</sup>, eva.bate@hotmail.com<sup>2</sup>, fonsecacoronado@yahoo.com<sup>3</sup>, jfmqfb@yahoo.com.mx<sup>4</sup>



### RESUMEN:

El Infarto Miocárdico es una de las enfermedades cardiovasculares que más muertes ocasiona al año en México y el mundo. Esta enfermedad se da por el cierre una arteria coronaria y el sistema renina angiotensina participa en su desarrollo y evolución por lo que se analizó el seguimiento temporal del mRNA de los receptores AT1 y AT2 de angiotensina, así como las enzimas ECA y ECA2 y los receptores de bradiginina, B1 y B2 en ratas Wistar macho. Las enzimas ECA y ECA2 y los receptores B1, AT1 y AT2 aumentan de manera significativa su expresión relativa a la tercera semana postinfarto, B2 mantiene su expresión. Se determinó que la semana 3 postinfarto tiene gran relevancia debido al aumento del mRNA de los receptores de Ang II y de bradiginina y de las enzimas ECA y ECA2 por lo que pueden ser biomarcadores de la inducción de insuficiencia cardiaca.

### ANTECEDENTES

El Infarto Miocárdico (IM) es una de las enfermedades cardiovasculares que más muertes ocasionan al año en México y el mundo, en 2011 representó el 11 % de todos los decesos en México [2], por lo que su prevención y tratamiento constituyen un reto para las autoridades sanitarias.

El IM es la necrosis de miocitos secundaria a una obstrucción del flujo sanguíneo en una de las arterias coronarias [5], lo cual desencadena la activación del Sistema Renina Angiotensina (SRA) y Sistema Calicreína-Cinina (SCC) por lo que su estudio constituye un avance importante en el tratamiento de esta enfermedad, sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos no existen estudios previos sobre el seguimiento temporal de los genes del SRA y el SCC en el IM, siendo así que este trabajo constituye el primer reporte de la expresión temporal del mRNA de dichos genes in vivo.

### OBJETIVO

Determinar la expresión del mRNA de los receptores AT1 y AT2 de angiotensina y receptores B1 y B2 de bradiginina y enzimas ECA y ECA2, en un curso temporal de infarto al miocardio en ratas Wistar macho, mediante PCR tiempo real, para conocer si existe modificación en su expresión.

### METODOLOGÍA

Se utilizaron ratas Wistar macho de 250-400 g de peso y de 8-10 semanas de edad. Se dividieron en grupos con n=3 de la siguiente manera; grupo a) Sham; grupo b) 48 hrs de oclusión coronaria; grupo c) 1 semana de oclusión; grupo d) 2 semanas de oclusión; grupo e) 3 semanas de oclusión y grupo f) 4 semanas de oclusión. Se obtuvieron las áreas de la penumbra del ventrículo izquierdo de los corazones para extraer el mRNA y con él sintetizar el cDNA de las muestras para obtener la expresión relativa de los genes de los receptores AT1 y AT2 de angiotensina y receptores B1 y B2 de bradiginina y enzimas ECA y ECA2.

### RESULTADOS PRINCIPALES

El estudio comenzó a las 48 hrs donde se observó que la expresión de ECA2 es mayor que la de ECA, lo que podría indicar que se favorece la producción de Ang (1-7) y con ello la disminución de la presión arterial tras la muerte del miocito que desencadena mecanismos compensatorios que tienden a disminuir la poscarga y aumentar la precarga, la contractilidad y la frecuencia cardiaca [1]. Sin embargo, en la semana 3 postinfarto hay aumento abrupto en la expresión de ECA2 (Figura 1) lo que podría estar relacionado con estudios recientes, los cuales han mostrado que la sobreexpresión de ECA2 se asocia a la prevención de la hipertrofia y fibrosis hipertensiva inducida por Ang II.

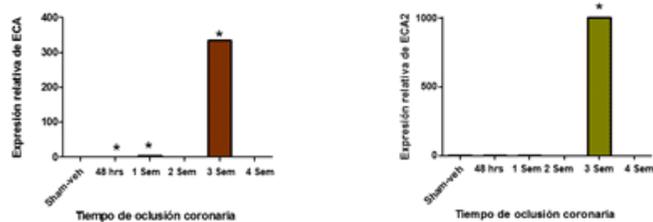


Figura 1. Expresión del mRNA de ECA y ECA2. Media  $\pm$  error estándar, n=3 por duplicado \*P<0.05

Por otro lado la expresión de AT2 aumenta considerablemente en la semana tres (Figura 2), encontrándose por encima de la expresión de AT1, de tal manera que Ang II puede unirse al receptor AT2 que se encuentra expresado primordialmente en tejidos fetales, pero se expresa o aumenta su regulación después de una lesión vascular, infarto de miocardio e insuficiencia cardiaca [4]. Los efectos de la estimulación de AT2 son vasodilatación y disminuye la apoptosis, de tal manera que la sobreexpresión en la tercera semana podría potencializar dichos efectos para disminuir la hipertrofia.

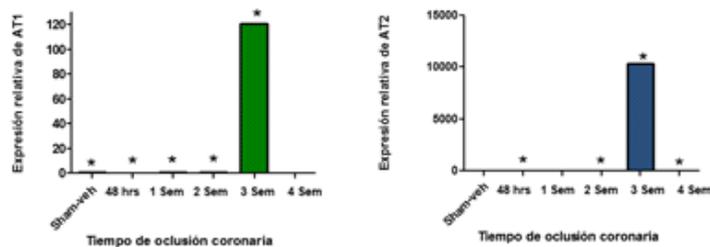


Figura 2. Expresión del mRNA de AT1 y AT2. Media  $\pm$  error estándar, n=3 por duplicado \*P<0.05

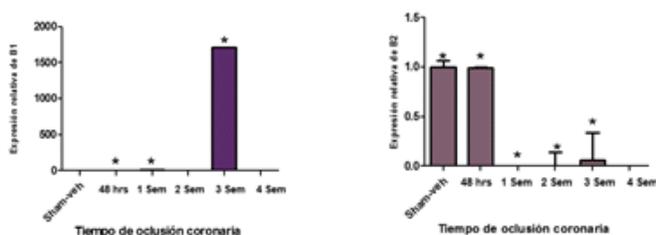


Figura 3. Expresión del mRNA de B1 y B2. Media  $\pm$  error estándar, n=3 por duplicado \*P<0.05

En la semana 3 hay un aumento en la expresión de B1 (Figura 3) su expresión es inducida por una lesión tisular o isquemia. El mRNA de B2 se mantiene constante durante la primera semana posterior a la oclusión coronaria (Figura 3), sin embargo hay un drástico descenso a partir de la segunda semana, esto puede ocurrir para disminuir los efectos antiproliferativos y antifibróticos de B2 [3].

## CONCLUSIONES

Se determinó que la tercera semana postinfarto tiene gran relevancia debido al aumento en la expresión del mRNA de los receptores de Ang II y bradicinina y de las enzimas ECA y ECA2, los cuales pueden ser biomarcadores de la inducción de insuficiencia cardiaca.

Se logró identificar que la sobreexpresión del mRNA de AT2 y ECA2 en la tercera semana podría participar en la disminución de la hipertrofia cardiaca.

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT); proyecto IN212213 DGAPA-UNAM; Cátedra PIAPIC-30, PIAPIME2.11.02.16; PIAP1 1645

## REFERENCIAS

- [1] A. Altamirano, C. Martínez (2014) Fisiopatología de los síndromes coronarios agudos, México
- [2] C. Jerjes (2015) Archivos de cardiología de México
- [3] Leeb-Lundberg Pharmacological Reviews, 57 (2005) 1
- [4] H. Santeliz Revista Mexicana de cardiología, 18 (2008) 1
- [5] K. Thygesen, J. Albert Global Heart, 28 (2012) 20



## ESTUDIO PROSPECTIVO QUE RELACIONA LOS PARAMETROS ANTROPOMORFICOS, BIOQUIMICOS Y FISIOLÓGICOS DEL PERSONAL DE LA EMPRESA PLASTICORRALES S.A. DE C.V

Jazmín Flores Monroy, Diego Lezama Martínez, Raúl Sampieri Cabrera, Luisa Martínez Aguilar  
Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Correo: jfmqfb@yahoo.com.mx, dielk\_@hotmail.com, sampieri@comunidad.unam.mx, drmtzag14@hotmail.com

### RESUMEN:

Como profesionales del área de la salud, somos conscientes de que parte de nuestra labor es hacer llegar a la comunidad información útil para mantener una buena calidad de vida, por lo que los académicos del laboratorio de Farmacología del Miocardio se dieron a la tarea asistir a la empresa Plasticorrales S.A de C.V del parque industrial Toluca 2000 para dar platicas sobre la ingesta de los grupos principales de comida así como apoyar a la empresa a revisar al personal en parámetros generales de salud.

### ANTECEDENTES

En 160 palabras máximo, escribir los antecedentes que permitan contextualizar el trabajo presentado, tales como, sin ser limitantes, la problemática a resolver, cómo han tratado de resolverla otras personas (con sus correspondiente referencias enumeradas en el interior de corchetes [1], las cuales deberán estar presentadas al final de este resumen en el formato presentado en esta plantilla). En Times New Roman, 9, cursivas. El resumen deberá ser escrito a dos columnas bajo el formato de la presente plantilla. El tamaño máximo el resumen, con todos los elementos, será de 2 páginas y con un peso máximo de 2 MB.

### OBJETIVO

Analizar el estado de salud general mediante parámetros antropomórficos como peso, talla, índice de masa corporal, cuello, cintura, cadera, % de músculo, % de grasa y los parámetros bioquímicos como glucosa y colesterol de 80 personas que laboran en la empresa Plasticorrales S.A. de C.V.

### MÉTODOS

Primeramente se midió la talla del personal y con ayuda de una bascula de impedancia se obtuvo el peso, índice de masa corporal, % de músculo, % de grasa, edad metabólica de cada persona. Posteriormente se les tomó la medida de cuello, cadera y cintura, además se les tomó muestra de sangre para medir glucosa y colesterol mediante tiras reactivas. Por último se les dio una plática sobre la importancia de la calidad y cantidad de ingesta de grasas, carbohidratos así como del seguimiento de la presión arterial. Se dividieron según las áreas como personal administrativo, armado, mantenimiento y producción para realizar el análisis de datos.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Al evaluar todos los parámetros, se encontraron diferencias en la Presión Arterial, donde los hombres presentaron valores más altos tanto en la presión sistólica como diastólica. En cuanto a los parámetros bioquímicos se encontraron aumentos en la medición del colesterol y glucosa.



Figura 1 y 2. Valores comparativos entre mujeres y hombres en la medición de la presión arterial 1)Sistólica y 2)Diastólica

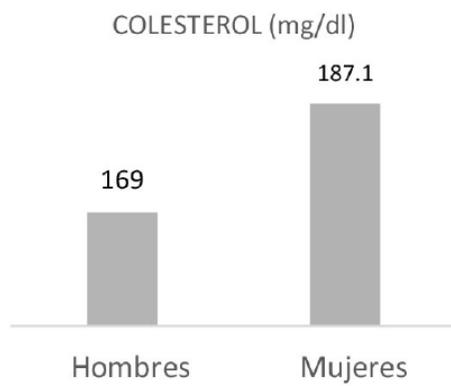


Figura 3. Valores comparativos entre mujeres y hombres en la medición del colesterol en sangre

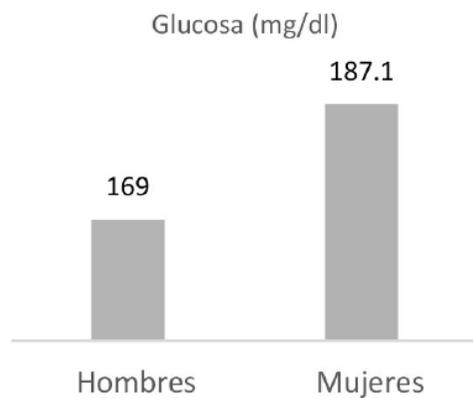


Figura 4. Valores comparativos entre mujeres y hombres en la medición de glucosa en sangre

## CONCLUSIONES

El personal administrativo mostró parámetros de descuido alimenticio ya que pasa mucho tiempo sentado y bajo estrés mientras que el personal de planta tiene actividad física durante todo el día. Lo recomendable para el personal en riesgo sería que tuvieran una ingesta mayor de proteínas, agua y verduras en vez de ingerir alimentos procesados, ricos en harinas y azúcar refinada. Además 30 min de actividad física diaria mejoraría la salud mental y física promoviendo con esto un mejor ambiente laboral.

## AGRADECIMIENTOS

A la jefa de operaciones de la empresa Plasticorrales Jetshia Correa y al Gerente, Aaron Barrios Camacho



## Acción antagonista de polvo de *Larrea tridentata* contra *Prostephanus truncatus* en grano de maíz almacenado

M. Quezada, J. Moreno, E. Moreno.

UNIGRAS, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-UNAM, Av. Dr. Jiménez Cantú S/N. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Correo: yolaqviay@gmail.com

### RESUMEN

Se colectaron ramas de arbustos de *Larrea tridentata* en Coahuila y se obtuvo un polvo fino a partir de la molienda de las hojas y tallos secos. Se evaluaron diferentes dosis (0.6, 3 y 8 g) de este polvo mezclándolo con semillas de maíz infestadas en el laboratorio con *Prostephanus truncatus* y almacenadas en 28°C y 70% de humedad relativa. El polvo vegetal no mostró efecto de repelencia sobre el gorgojo en ninguna concentración. Posteriormente se infestaron muestras de semillas de maíz con una población alta de este barrenador y se evaluó el daño así como la inhibición de la reproducción utilizando la dosis de 8 g de polvo vegetal/150 g de maíz. Los resultados señalaron mayor cantidad de semillas dañadas en el maíz sin tratar con polvo vegetal e inhibición de emergencia de nueva progenie en el maíz tratado con *L. tridentata*.

### ANTECEDENTES

El orden Coleóptera incluye especies de gorgojos comúnmente encontrados en semillas y granos almacenados, tal como el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* que ocasiona mermas en la calidad y cantidad de maíz. Se han reportado pérdidas de 9 a 45% en maíz dependiendo del tiempo de almacenamiento, atribuidas a este insecto [1]. Generalmente se aplican insecticidas sintéticos tóxicos contra esta plaga de almacén, aunque no son recomendados para la salud y el ambiente. De aquí el creciente interés por investigar plantas con efecto adverso sobre el desarrollo de estos insectos sin que representen residuos contaminantes. Entre las plantas estudiadas destaca *Larrea tridentata*, conocida como "gobernadora". Este arbusto crece de manera silvestre en las zonas áridas del norte de México, en los estados de Baja California Norte, Sonora, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y Zacatecas. A esta planta se han atribuido propiedades antimicrobianas, antifúngicas y de defensa anti-herbivoría [2]. Algunos autores evaluaron polvos de hojas de eucalipto, neem, guayaba, etc. contra *P. truncatus* y reportaron un efecto importante de inhibición de su reproducción [3]. Este estudio se llevó a cabo, dada la abundancia de esta planta silvestre, cubriendo más del 25% del territorio nacional y a que no existe en la literatura un reporte sobre el tratamiento de semillas de maíz almacenado con polvos de *L. tridentata* para prevenir o disminuir el daño ocasionado por *P. truncatus*.

### OBJETIVO

Evaluar el efecto repelente de *L. tridentata* contra *P. truncatus*, así como el efecto de disuasión de alimentación con semillas de maíz mezcladas con diferentes dosis del polvo vegetal y determinar si éste inhibe la reproducción y emergencia de este gorgojo en maíz almacenado.

### METODOLOGÍA

Se trabajó con maíz H469, con 95.5% de germinación y 11% de contenido de humedad. El polvo vegetal se obtuvo con un molino eléctrico a partir de ramas y hojas secadas de tres arbustos de *Larrea tridentata*, colectadas en Coahuila.

Para evaluar el efecto repelente del polvo de *Larrea* se colocaron dos costalitos de malla de plástico conteniendo 100 gramos de semilla de maíz a cada extremo de una caja de plástico con tapa: uno con maíz limpio como control y el otro con maíz tratado con 0.6, 3 u 8 g de polvo de *Larrea*. Al centro de las cajas de plástico, entre los dos costalitos, se colocó la base de una caja de Petri con 20 insectos adultos de *P. truncatus*. Las paneras se mantuvieron cubiertas con plástico negro para impedir el paso de la luz, a temperatura ambiente. Se evaluó el número de insectos en cada costal a las 24, 48, 72 y 96 horas de almacenamiento. Se realizaron triplicados de cada tratamiento o concentración. El diseño factorial de este experimento consistió de: 4 Muestras x 3 Tratamientos (concentraciones) x 3 Repeticiones = 36 unidades experimentales (cajas de plástico con dos costales cada una). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA); las medias se separaron por la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05\%$ ) en el paquete GraphPad Prism5.

Para evaluar el efecto inhibitorio del polvo vegetal sobre la reproducción de *P. truncatus* se colocaron 100 insectos adultos en 150 gramos de semillas de maíz H469 con 12% de contenido de humedad mezclado con 8 g del polvo vegetal en frascos con tapa de malla. Los frascos se incubaron a 28°C por 48 horas y se determinó el número de insectos emergidos hasta 45 días después de haber retirado los insectos progenitores. Además se pesaron las semillas con y sin daño por los gorgojos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados del efecto repelente del polvo vegetal contra *P. truncatus*, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, los insectos permanecieron indistintamente en el maíz con y sin polvo de Larrea. Ya que el ácido nordihidroguaiarético (NDGA) compone el 50% de la resina de Larrea, y le confiere efecto anti-herbivoría [4] se podrían evaluar dosis más altas.

El peso de las semillas sanas y dañadas expuestas a 100 insectos adultos de *P. truncatus* se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Daño a la semilla por *P. truncatus***

Muestra	Semilla sana (g)	Semilla dañada (g)
Sin tratar	88.5	48.4
Con Larrea	138.3	12.0

Otros autores [5] reportaron que *Prostephanus truncatus* fue capaz de crecer en ramas de *Ricinus*, *Jatropha* y *Parkinsonia*, pero no fueron capaces de reproducirse en éstas. Esto concuerda con los resultados encontrados aquí donde los insectos no fueron repelidos por la planta, ni se demostró efecto insecticida, sin embargo no se observó emergencia de nueva progenie en las semillas tratadas con la gobernadora (tabla 2).

**Tabla 2. Número de insectos emergidos**

Tiempo incubación (d)	Semillas sin tratar	Semillas con polvo de Larrea
31	39	0
32	4	0
35	11	0
39	63	2
40	53	0
41	24	0
42	24	0
45	42	0

El polvo de Larrea tridentata evaluado no presentó efecto de repelencia por parte de *P. truncatus* en las dosis evaluadas, sin embargo se observó una disminución del daño en semillas tratadas con 8 g del polvo y sí mostró una inhibición en la emergencia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen y reconocen el trabajo de los laboratoristas Gustavo Hernández Luna y Nélida Navarro Reyes. Este estudio contó con financiamiento del proyecto PAPIIME PE204217.

## REFERENCIAS

- [1] Gueye, M., Goergen, G., Badiane, D., Hell, K., & Lamboni, L. (2008). First report on occurrence of the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in Senegal. *African Entomology*, 16, 309–311. doi: 10.4001/1021-3589-16.2.309
- [2] Peñuelas-Rubio, O.; M. Arellano-Gil; I.C. Vargas-Arispuro; F. Lares-Villa; E. Cantú-Soto; S.E. Hernández-Rodríguez; M.A. Gutiérrez-Coronado y C. Mungarro-Ibarra. 2015. Bioactividad in vitro de extractos de gobernadora sobre la inhibición de hongos poscosecha. *Polibotánica* 40, 183-198.
- [3] Chebet, F., A.L. Deng, J.O. Ogendo, A. W. Kamali, P.K. Bett. 2013. Bioactivity of selected plant powders against *Prostephanus truncatus* in stored maize grain. *Plant Protect. Sci.* Vol 49, no. 1: 34-43.
- [4] García M.M. 2005. Efecto de atracción-repelencia de extractos crudos de plantas de distribución regional en *Sitophilus oryzae* L. Tesis UAAAN. 46 p.
- [5] Bourne-Murieta, L.R; Wong-Corral, J.; borboa-Flores, J., Cinco-Moroyoqui, J. 2014. Daños causados por el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* en maíz y ramas de plantas silvestres

## Acción antagónica de polvo de *Larrea tridentata* contra *Prostephanus truncatus* en grano de maíz almacenado

M. Quezada, J. Moreno, E. Moreno.

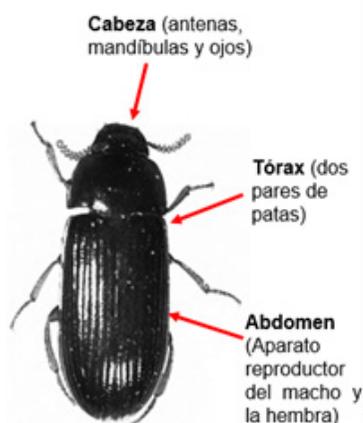
UNIGRAS, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-UNAM, Av. Dr. Jiménez Cantú S/N. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Correo: torres\_gaby@outlook.com, spmcunam55@gmail.com

### RESUMEN:

En varios países latinoamericanos se practica la coleopteroterapia, con el fin de curar una gran gama de enfermedades. La mayoría de ellas, inducidas por el estrés oxidativo, producido por la presencia de radicales libres. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la composición química y la capacidad antioxidante de extractos del escarabajo *Ulomoides dermestoides* a través de Análisis Químico Proximal (A.Q.P) y del método ORAC para conocer la proporción de sus componentes y el poder de inhibición de la actividad oxidativa.

El A.Q.P del escarabajo *U. dermestoides* arrojó los siguientes valores: 54.84% humedad, 34.976% extracto etéreo, 28.227% proteína, 18.572% quitina, 7.103% carbohidratos, 8.051% fibra y 3.091% cenizas en base seca. Por otro lado, los extractos acuosos del gorgojo, presentan capacidad antioxidante, y la dilución de 1:100 muestra el mayor efecto antioxidante, con 118.099  $\mu\text{mol Trolox/g}$  muestra



### ANTECEDENTES

En los últimos años se han realizado diversos estudios sobre los efectos de los antioxidantes en la salud. Los antioxidantes son compuestos que se encuentran en determinados alimentos y protegen al organismo de sustancias oxidantes como los radicales libres y sustancias reactivas de oxígeno, nitrógeno o cloro que desencadenan procesos patológicos y envejecimiento [1]. Los radicales libres se liberan durante el metabolismo humano, y también se producen por contaminantes ambientales, radiaciones, entre otros. Se pueden relacionar con el consumo o uso de tóxicos como el alcohol, tabaco y drogas o debido a una alimentación no adecuada, exposición a fertilizantes o pesticidas. Se incluye además el metabolismo de algunos químicos y elevado estrés físico o psíquico [2].

Uno de los mecanismos para neutralizar las especies reactivas del oxígeno es el consumo de sustancias antioxidantes obtenidas de productos naturales [3]. Algunos de estos, se encuentran presentes en el cuerpo de insectos, tal es el caso del escarabajo *Ulomoides dermestoides* [4] llamado "Gorgojo del maní" o gorgojo chino".

Dichos escarabajos son consumidos en varios países latinoamericanos, lo que se conoce como coleopteroterapia, la cual consiste en ingerir el gorgojo vivo y cuando este llega al estómago, muere y libera sustancias curativas. La coleopteroterapia se utiliza con fines terapéuticos para tratar los síntomas de una amplia gama de enfermedades [5], como asma, artritis,

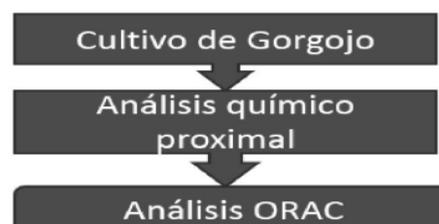
cáncer, diabetes, enfermedad de Parkinson, impotencia, problemas oculares, psoriasis, quistes de ovario, reuma y VIH-SIDA, entre otras [6].

Algunos autores han reportado sustancias presentes en el cuerpo de *Ulomoides dermestoides* que le confieren cierta capacidad antioxidante, como por ejemplo, el 1-pentadecanol, 4-etil-resorcinol, limoneno, ácidos grasos (mirístico, palmítico, esteárico, oleico y linoleico), entre otros [3,5]. Además, cabe destacar que en diversos países se consumen insectos debido a su calidad nutritiva, en todos los estados de su desarrollo. De esta manera, se podría considerar al gorgojo chino como un insecto comestible [7].

### OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es determinar la composición química y la capacidad antioxidante de extractos del escarabajo *Ulomoides dermestoides* a través de Análisis Químico Proximal (A.Q.P) y del método ORAC para conocer la proporción de sus componentes y el poder de inhibición de la actividad oxidativa

### METODOLOGÍA



## RESULTADOS

-Los resultados del Análisis Químico Proximal, se presentan en la tabla 1.

	Base seca	Base húmeda
<b>Humedad</b>		54.84
<b>Extracto etéreo</b>	34.976	15.794
<b>Proteína (Microkjeldahl)</b>	28.207	12.76
<b>*Quitina (Microkjeldahl)</b>	18.572	8.364
<b>Fibra cruda</b>	8.051	3.6358
<b>Cenizas</b>	3.091	1.3961
<b>Carbohidratos</b>	7.103	3.2064
<b>Total</b>	100	99.99

Tabla 1. Resultados del A.Q.P. del escarabajo *Ulomoides dermestoides* g/100g base seca y base húmeda.

Método ORAC: El efecto protector del antioxidante se calculó usando las diferencias de áreas bajo la curva de decaimiento de la fluoresceína entre el control y la muestra, y se comparó contra la curva del Trolox (Figura 1). El resultado se expresó en micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra ( $\mu\text{mol Trolox/g muestra}$ ) (Tabla 2).

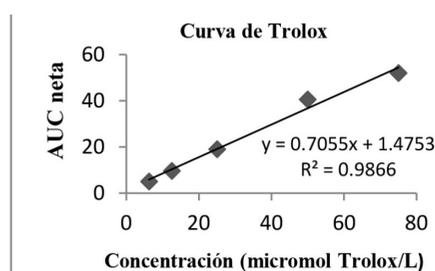


Figura 1. Curva de Trolox

	1:100	1:250
<b>Muestra</b>	$\mu\text{mol Trolox/g muestra}$	$\mu\text{mol Trolox/g muestra}$
<b>1</b>	87.562	63.225
<b>2</b>	93.907	86.556
<b>3</b>	172.830	84.211
<b>Promedio</b>	<b>118.099</b>	<b>77.998</b>

Tabla 2. Valores ORAC del gorgojo *U. dermestoides* expresados en TEAC ( $\mu\text{mol Trolox/g muestra}$ ).

## CONCLUSIONES

-El gorgojo presenta una calidad nutritiva muy rica en proteínas, extracto etéreo, fibra y minerales.  
-El poder de inhibición de la capacidad oxidativa que presenta *U. dermestoides* es superior a muchos de los alimentos considerados ricos en antioxidantes.

## REFERENCIAS

- 1] M. K Delgado. (2015). Perspectiva de los polifenoles en México. Entre textos. Vol.7, (21), 1-12
- [2] M. Coronado, S. Vega, R. Gutiérrez, M. Vázquez, & C. Radilla. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Revista Chilena de Nutrición. Vol. 42(2), 206–212.
- [3] D. Mendoza, M. Salgado, & L. Durant. (2013). Capacidad antioxidante de extractos metanólicos de cuerpo entero del escarabajo. Revista Cubana, 32(4), 402–410.
- [4] D. Villegas, & M Tantaleàn. (2012). Evaluación experimental de *Ulomoides dermestoides* (Tenebrionidae) como hospedero intermediario de *Hymenolepis diminuta*. Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública. 2015;32(3):515-8 [5] K, Tejeda. (2014). Caracterización de los efectos biológicos y terapéuticos del gorgojo del maní *Ulomoides dermestoides*. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- [6] Cupul, F. (2010). Sobre el uso de *Ulomoides dermestoides* (Chevrolat, 1878), (Coleóptera, Tenebrionidae, Diaperini) en la coleopteroterapia: Informe de un caso en Ixtapa, Bol. Asoc. Esp. Ent., 34, 419–422.
- [7] J, Ramos, E, M Costa, J, Ferreira, J, Pino, I, Landero, S, C Ángeles, & A, García. (2006). Estudio comparativo del valor nutritivo de varios coleóptera comestibles en México y *Pachymerus nucleorum* (Fabricius, 1792) (Bruchidae) de Brasil. Interciencia, 31(7), 512–516



## Efecto de la luz láser en semilla de cebada maltera var. Esperanza (*Hordeum vulgare* L.)

M. C. J. Pérez Reyes<sup>1</sup>, C. Hernández Aguilar<sup>2</sup>, F. A. Domínguez Pacheco<sup>2</sup>,  
A. Cruz Orea<sup>3</sup>, G. Sánchez Hernández<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad de Investigación en Granos y Semillas, FESC Cuautitlán UNAM, Jorge Jiménez Cantú s/n. <sup>2</sup>Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Luis Enrique Erro S/N, Gustavo A. Madero, Zacatenco, CDMX. <sup>3</sup>CINVESTAV Zacatenco. Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Gustavo A. Madero, CDMX

Correo: [crisp28@yahoo.com.mx](mailto:crisp28@yahoo.com.mx)



### RESUMEN:

La luz láser se ha encontrado que produce efectos de bioestimulación en plantas y semillas irradiadas. En este trabajo se irradió semilla de cebada maltera de la variedad Esperanza sin teñir y teñida con luz láser diodo, en el espectro de luz roja a una longitud de onda de 650 nm y 27.4 mW con diferentes tiempos de exposición (60, 120, 240 y 480 s) y un control sin irradiar. Se realizaron 4 repeticiones utilizando 25 semillas para cada uno de los tratamientos. Evaluando germinación, longitud de plúmula, peso seco e índice de desarrollo de la plántula por la prueba fría de vigor, y la caracterización fotoacústica de las muestras de cebada teñida y sin teñir. Los resultados mostraron que la cebada teñida e irradiada conservó mejor la calidad fisiológica de la semilla de cebada maltera presentando una alta germinación (96%), longitud de plúmula (19.91), peso seco (11.69) e índice de desarrollo normal de las plántulas sanas.

### ANTECEDENTES

La obtención de semilla de cebada con buena germinación, homogénea y de alta calidad, son atributos indispensables para ser comercializada por los productores y aceptada por la industria cervecera, sin embargo, cuando no cumple con un 85% de germinación de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-O43-SCFI-2003 [1], esta es rechazada por la industria cervecera y se utiliza para consumo animal. Diversos estudios han demostrado que el uso de la luz láser en las semillas, incrementa el porcentaje de germinación, uniformidad, vigor; además, de impactar sobre los procesos de respiración, actividad fotosintética, contenido de clorofila y carotenoides en las plántulas [2, 3].

### OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la luz láser sobre la calidad fisiológica de semilla de cebada maltera sin teñir y teñida de la var. Esperanza.

### METODOLOGÍA

La semilla maltera fue teñida con azul de metileno y otra muestra sin teñir, caracterizadas ópticamente por espectroscopía fotoacústica. Posteriormente, irradiadas con luz láser diodo en el espectro de luz roja a una longitud de onda de 650 nm y 27.4 mW con diferentes tiempos de exposición (60, 120, 240 y 480 s) y un control sin irra-

diar. Se realizaron 4 repeticiones de 25 semillas para cada uno de los tratamientos. Evaluando germinación, longitud de plúmula peso seco e índice de desarrollo de la plántula por la prueba fría de vigor de acuerdo con la AOSA [4]. Se usó un diseño experimental completamente al azar. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a una comparación de medias de DMS ( $p \leq 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) para Windows v8 12.

### RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron que la semilla de cebada maltera teñida e irradiada con luz láser en el espectro de luz roja a una 650 nm y 27.4 mW con diferentes tiempos de exposición, el tratamiento de 240 s de exposición, fue el que presentó el mejor efecto positivo de bioestimulación en la longitud de plúmula y peso seco, encontrando un desarrollo de 19.91 cm y de 11.69 g, respectivamente en comparación con el testigo (18.06 y 11.16) teñido y no irradiado (Figura 2 y 3). La germinación no presentó diferencias significativas con relación al testigo, sin embargo, se observa una tendencia al aumento de la germinación en los tiempos de exposición de 240 y 480 s presentando para ambos tratamientos un porcentaje de 96 con respecto al testigo que fue del 91%.

Con respecto a la semilla sin teñir irradiada por 480 s, fue la que presentó una tendencia a conservar una alta germinación de 93% similar al control (95%), mientras que las semillas expuesta a 60 y 120 y 240 s presentaron diferencias con el control al disminuir su germinación 92, 90 y 81% respectivamente, no obstante, los tiempos de exposición de 60, 120 y 480 s mantuvieron la germinación por arriba del límite mínimo permitido de 85% de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-O43-SCFI-2003 para cebada maltera. Los parámetros de la longitud de plúmula y peso seco para el tratamiento de 240 s de exposición, fue el que presentó la mayor estimulación encontrando un desarrollo de 19.91 cm y un peso seco de 11.69 g, respectivamente en comparación con el testigo no irradiado (Figura 2 y 3).

Los resultados obtenidos se debieron a que la cebada maltera teñida con azul de metileno presentó un coeficiente de absorción óptico más alto (29.12  $\text{cm}^{-1}$ ); en comparación a la cebada no teñida (3.21  $\text{cm}^{-1}$ ), una penetración óptica más corta de 0.34mm que en la no teñida (3.11mm), resultando la cebada teñida a 650nm ópticamente más opaca, presentando una bioestimulación mayor en comparación a la muestra de cebada no teñida y por tanto una mayor capacidad de absorber la luz y transformarla, pudiéndola utilizar posteriormente en los procesos fisiológicos para la germinación.

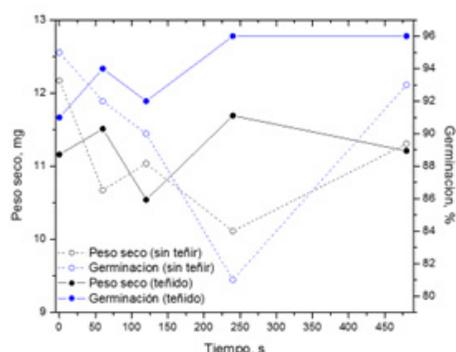


Figura 2. Peso seco y germinación de semilla de cebada maltera sin teñir y teñida irradiada con luz láser a diferentes tiempos de exposición.

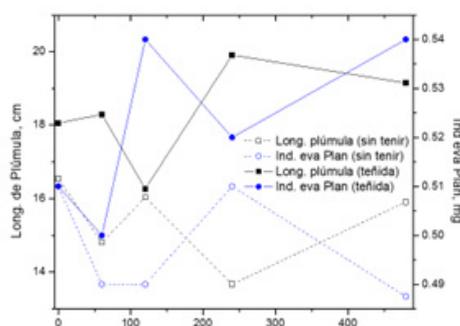


Figura 3. Longitud de plúmula e índice de evaluación de plántula de cebada maltera sin teñir y teñida, irradiada con luz láser a diferentes tiempos de exposición.

## CONCLUSIONES

Las pruebas de la calidad fisiológica de la semilla de cebada maltera sin teñir y teñida, irradiada con luz láser, permitió obtener información sobre el comportamiento de estas semillas bajo las diferentes condiciones y tiempos de exposición empleados en este estudio, encontrando que las semillas teñidas expuestas a la luz láser presentaron una mejor respuesta a la bioestimulación formando plántulas normales y vigorosas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto PAPIME PE204217; PIAPI 1608; a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, Sección de Estudios de Estudios de Posgrado e Investigación IPN, a la Unidad de Investigación en Granos y Semillas FESC-Cuautitlán UNAM y al CINVESTAV Unidad Zacatenco por el financiamiento brindado para la elaboración de este proyecto

## REFERENCIAS

- [1] Norma Oficial Mexicana NMX-FF-O43-SCFI-2003, disponible en [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx) (29 agosto, 2014)
- [2] Hernández A.C., Domínguez, O. A., Cruz, Ivanov, R., Carballo, C. A., and Zepeda, B.R. (2010). Laser in Agriculture. *International Agrophysics.*, Vol. 24, pp 407-422.
- [3] Gladyszewska, B. (2011) Estimation of a laser biostimulation dose, *International Agrophysics.*, Vol. 25, pp 403-405.
- [4] Association Official Seed Analysts (AOSA) 1993. *Seed Vigor Testing Handbook.* Journal of Seed Technology., Vol.16(3), pp1-113.



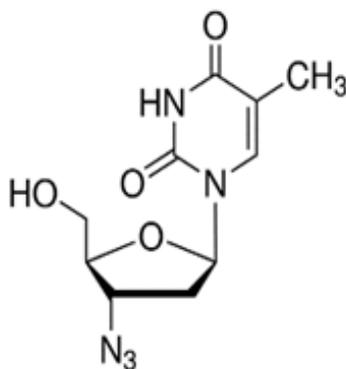
## Comparación de la permeación in vitro de zidovudina a través de piel intacta y mediante el uso de microagujas

<sup>1</sup>I. Martínez, A. Ganem

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México/Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Av. 1° de Mayo s/n, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 54740, México

Correo: jaimirene@hotmail.com.

### INTRODUCCIÓN:



Actualmente más de 40 millones de personas están infectadas por VIH. El VIH/SIDA, sigue siendo uno de los problemas de salud pública más graves del mundo. La zidovudina (ZDV) es un importante fármaco usado en el tratamiento para el VIH. Después de una administración oral es rápidamente absorbido hacia el tracto gastrointestinal con una concentración máxima en suero en aproximadamente 1 h. Sin embargo su biodisponibilidad no es muy alta (52-75 %) y tiene en promedio una vida media de aproximadamente 1 h. Para mantener los niveles terapéuticos es necesario que se administre frecuentemente; en concentraciones de 200 mg cada 4 h. Es por ello que la ruta transdérmica se presenta como una buena alternativa para conseguir niveles plasmáticos constantes, que además permitan reducir la frecuencia de dosificación. En este trabajo se propone el uso de microagujas, para incrementar el transporte de zidovudina a través de la piel.

### ANTECEDENTES

A pesar de todo lo dicho y hecho el VIH/SIDA sigue siendo un reto para el siglo XXI. Aunque la terapia antiretroviral ha contribuido significativamente a mejorar el manejo del paciente/enfermedad, su actual uso se asocia con varias deficiencias e inconvenientes al paciente con VIH/SIDA. En las terapias disponibles, la Terapia Antiretroviral Altamente Activa (la cual es una terapia de combinación múltiple de fármacos) es la opción más recomendada. Sin embargo, tiene varias limitaciones entre las cuales se encuentran que: (i) se desarrolla la resistencia a diferentes fármacos, lo que conduce a pobres resultados clínicos. (ii) El VIH reside principalmente a nivel anatómico (es decir, en el Sistema Nervioso Central, el sistema linfático, el hígado, los pulmones y los órganos genitales) y celular (es decir, los linfocitos T CD<sup>+</sup> y monocitos/macrófagos, etc.). Sin embargo, para la mayoría de los medicamentos antiretrovirales estos sitios de localización del VIH son inaccesibles. La concentración mínima efectiva del fármaco tampoco puede ser mantenida el tiempo necesario en el sitio de localización del VIH. Muchos fármacos antiretrovirales como saquinavir y didanosina tienen una muy baja o irregular biodisponibilidad por vía oral, posiblemente debido al amplio metabolismo de primer paso y la degradación gastrointestinal.[1]

Una excelente revisión, reporta otras estrategias para la promoción de absorción de este fármaco, las cuales incluyen el uso de promotores químicos (ej., metil

pirrolidona, azona, propilenglicol, ácido oleico, miristato de isopropilo, ácido láurico), promotores físicos como la iontoforesis y su inclusión en acarreadores como aspasmomas, liposomas elásticos, geles y parches [2].

### OBJETIVO

Llevar a cabo estudios de permeación in vitro de zidovudina a través de piel de cerdo intacta y piel pretratada con microagujas.

### METODOLOGÍA

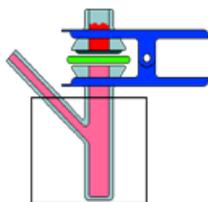
#### Estudios de permeación in vitro a través de piel intacta

Los estudios de permeación se llevarán a cabo empleando celdas de difusión verticales tipo Franz (Figura 1). Como solución receptora se empleará solución amortiguadora de fosfatos de pH 7.4. Esta solución se mantendrá a 37 °C con agitación magnética constante. En el compartimento donador se colocará la solución con el fármaco. Separando ambos compartimentos se montará la piel de oreja de cerdo. Durante la permeación se tomarán muestras del compartimento receptor, a intervalos de tiempo predeterminados, reponiendo el volumen con medio fresco y cuantificando las muestras por HPTLC.

#### Estudios de permeación in vitro a través de piel pretratada con microagujas

Las permeaciones se realizarán de acuerdo a lo ya descrito en el primer punto de la metodología, pretratando la

piel con un arreglo de microagujas metálicas con 200  $\mu\text{m}$  de longitud. Las microagujas se aplicarán sobre la piel para posteriormente colocar la solución del fármaco [3, 4]. La cuantificación se realizará por HPTLC.



### RESULTADOS PRINCIPALES

Durante la permeación en piel intacta se logró cuantificar la zidovudina en el medio receptor sólo a las 24h, una vez terminada la permeación se cuantificó la cantidad de zidovudina remanente en piel, los resultados se muestran en la tabla 1, el % de zidovudina permeado, el cual es muy bajo (máximo 1.80%) con respecto a lo que se colocó inicialmente en el compartimento donador (2007.79 mg), mientras que el % de fármaco retenido en piel es mayor que el que permeó.

Tabla 1. Porcentaje de zidovudina cuantificado en piel intacta.

Muestra	% permeado a las 24 h	% retenido en piel	% total
M1	1.17	4.38	5.55
M2	1.80	8.59	10.39
M3	0.83	2.89	3.71
M4	0.47	6.94	7.41
M5	1.06	4.03	5.10
M6	0.78	2.55	3.34
M7	0.69	2.49	3.18
M8	0.83	1.70	2.53
Promedio	0.95	4.20	5.15
C.V	42.23	57.27	51.28

Por otro lado, la piel fue pretratada con un rodillo de microagujas de 200  $\mu\text{m}$  de longitud, en la figura 2 se muestra la gráfica de los  $\mu\text{g}$  promedio cuantificados vs tiempo (h). El promedio total de fármaco cuantificado fue de 286.82  $\mu\text{g}$  lo cual equivale al 14.14% de lo que se colocó en el compartimento donador (2027.77  $\mu\text{g}$ ). Comparado con la permeación en piel intacta, al utilizar las microagujas la cantidad de zidovudina aumentó prácticamente en un 14%.

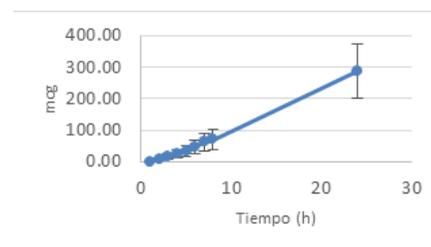


Figura2. Gráfica de la cantidad de zidovudina (mg) cuantificada durante la permeación en piel pretratada con microagujas en el medio receptor.

### CONCLUSIONES

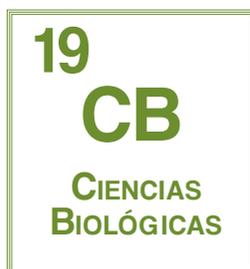
Al pretratar la piel de cerdo con microagujas, estas ayudaron a promover la permeación de la zidovudina a través de la piel, con lo cual se espera reducir la dosis de zidovudina para el tratamiento del VIH al aumentar la biodisponibilidad por vía transdérmica.

### AGRADECIMIENTOS

A CONACyT por la beca otorgada para el desarrollo de este proyecto. Al PAPIIT (Ref. IN216016).

### REFERENCIAS

- [1] Gupta U, Jain N. Non-polymeric nano-carriers in HIV/AIDS drug delivery and targeting. *Adv Drug Deliv Rev.* 2010; 62 (4-5): 478-490.
- [2] Ojewole E, Mackraj I, Naidoo P, Govender T, Exploring the use of novel drug delivery systems for antiretroviral drugs. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 2008; 70: 697-710.
- [3] García Guzmán Perla, "Liberación transdérmica de Piroxicam empleando microagujas", Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, México. Tesis de maestría, 2012.
- [4] Nava-Arzaluz M.G, Calderón-Lojero I, Quintanar-Guerrero D, Villalobos-García R, Ganem-Quintanar A. Microneedles as transdermal delivery systems: Combination with other enhancing strategies, *Current Drug Delivery.* 2012; 9: 57-7



## Variaciones de la región control del mtDNA en ovinos domésticos de México

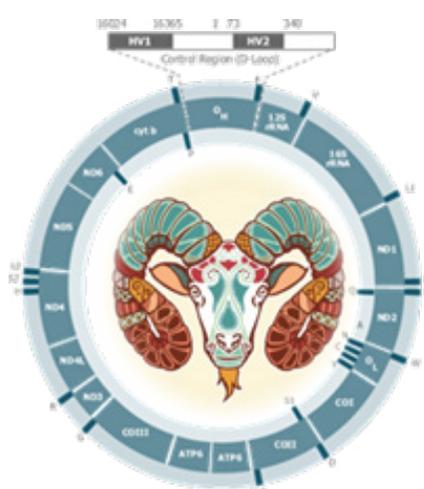
<sup>1</sup>V. Campos <sup>1</sup>, J. Cuéllar <sup>2</sup>, E. García <sup>3</sup>, F. Pereira.<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>. Departamento de Ciencias Biológicas. FESC, UNAM. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, Col. San Sebastián Xhala, C. Izcalli, Edo. de Méx, CP. 54714.

<sup>3</sup>. Departamento de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias, UNAM. Apartado Postal 70-399, México D. F. 04510, México.

<sup>4</sup>. Marine Biotechnology. CIIMAR - University of Porto. Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões Avenida General Norton de Matos, S/N I 4450-208 Matosinhos, Portugal.

Correo: ninacamposg@hotmail.com



### INTRODUCCIÓN:

Los ovinos domésticos desde su introducción a México por los españoles, han sido de gran importancia económica y cultural; sin embargo, no se ha prestado la atención debida para la conservación de la biodiversidad en el ganado localmente adaptado y en los rebaños productivos mexicanos. La erosión genética tiene impactos trascendentales como la extinción de algunas razas, poniendo así en riesgo la seguridad alimentaria. El objetivo de este trabajo fue estudiar la diversidad genética y las relaciones filogenéticas maternas analizando la región control del mitogenoma (mtDNA ssA) en ovinos domésticos de México. Todas las muestras analizadas pertenecen al haplogrupo B mitocondrial ovino, asimismo se realizaron cálculos de diversidad genética donde la diversidad nucleotídica ( $\pi$ ) fue mayor en los ovinos mestizos de autoconsumo y el valor de Tajima's D positivo en ovinos Romanov estabulados y en los mestizos de autoconsumo.

### ANTECEDENTES

La biodiversidad ganadera es primordial para la seguridad alimentaria, nutrición humana y desarrollo rural, particularmente para países con economías de ingreso bajo, de ingreso mediano bajo y de ingreso mediano alto [1]. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), gran parte de la población rural de escasos recursos del mundo, aproximadamente un 70%, cría ganado y depende de él como parte de su subsistencia [2]. Los recursos zoogenéticos son el eje de la producción pecuaria, proporcionando diferentes productos y servicios. Además, los animales domésticos tienen el potencial de mantener el equilibrio dentro de los ecosistemas donde viven, siempre y cuando estén bajo un esquema de producción sustentable [2]. La diversidad genética determina las múltiples funciones que desempeña el ganado y permite a las personas criar animales en una gran variedad de condiciones ambientales. [2]. México cuenta con cerca de 197 millones de hectáreas, bajo un mosaico de regiones ecológicas que le dan la principal característica a su ganadería [3]. Este es el caso de los ovinos, representan una de las "cinco grandes" especies de ganado domesticada más importante distribuida a escala mundial [2]. Estos pequeños rumiantes no sólo han figurado como un recurso económico

o alimenticio sino también cultural, desde su domesticación hace aproximadamente 11, 000 años. La complejidad de su estudio radica en las múltiples variedades de razas, así como su distribución geográfica, manejo y propósito zootécnico, incluso dentro de un mismo país. Los ovinos domésticos no existían en el continente americano y los primeros ejemplares introducidos tienen su origen en las razas europeas que llegaron poco después de los viajes de descubrimiento, conquista y colonización a principios del Siglo XVI. La producción ovina nacional enfrenta una problemática compleja como resultado de las características de los sistemas de producción, basándose en pequeños rebaños de baja productividad, escasa organización de los productores y problemas sanitarios [3]. En México, los estudios de diversidad genética a nivel molecular en ovinos son realmente escasos [4]; [5]; [6]. Esta investigación describe la continuación de las pesquisas previas, sobre la caracterización de la diversidad genética en el ganado ovino mexicano. Aunque el estudio constituye meramente una pequeña contribución a la vasta historia, adaptación y producción de los ovinos en México, pretende conjuntar esfuerzos con otras áreas del conocimiento para promover una gestión de conservación y uso sostenible de la producción ovina mexicana frente a los retos del cambio climático y seguridad alimentaria.

## OBJETIVO

El objetivo general del estudio realizado es determinar el origen y la diversidad genética matrilineal de los ovinos domésticos en México, mediante el análisis de la región mtCR mitocondrial.

## METODOLOGÍA

Se obtuvieron 41 muestras de DNA total de diversas razas (Criollo, Mestizo y Romanov) de tres sistemas de producción: autoconsumo (A1,2), conservación exsitu (CE) y estabulación (E) del Estado de México. Por medio de las técnicas moleculares (PCR y secuenciación bidireccional) se analizó la región mtDNA ssA ovina. Las secuencias se estudiaron con herramientas bioinformáticas de genética de poblaciones y filogenéticas determinando los parámetros de variabilidad genética y los haplogrupos mitocondriales.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Según las redes de haplotipos realizadas las muestras analizadas pertenecen al haplogrupo B mitocondrial ovino [Figura 1]. La tendencia de la región control del mitogenoma ovino fue: La diversidad nucleotídica ( $\pi$ ) resultó mayor 0.00831 en mestizos (A1), 0.00735 en la raza Romanov (E), media 0.00492 para los mestizos en conservación exsitu (CE) y menor 0.00352 para los criollos (A2). El valor de Tajima's D fue solo positivo para la raza Romanov (E) y para los ovinos mestizos (A1). Eso indica que estas poblaciones tienen una selección positiva balanceadora promoviendo la diversidad genética [Tabla 1], dentro del proceso evolutivo de la domesticación continua.

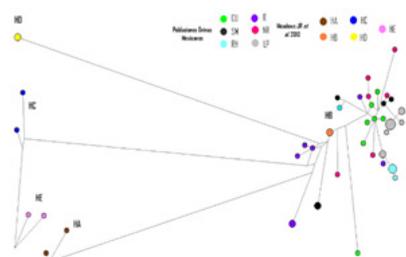


Figura 1. Red de haplotipos Median-joining de haplogrupos mitocondriales de ovinos domésticos.

<i>P</i>	<i>SP</i>	$\pi$	$\theta$	$\pi > \theta$	<i>TD</i>
<i>RH</i>	<i>A</i>	0.00373	0.00447	$\pi < \theta$	-1.1996
<i>SM</i>	<i>A<sup>1</sup></i>	0.00831	0.00732	$\pi > \theta$	0.9888
<i>LP</i>	<i>A<sup>2</sup></i>	0.00352	0.00359	$\pi < \theta$	-0.0919
<i>CU</i>	<i>CE</i>	0.00492	0.00657	$\pi < \theta$	-1.405
<i>NR</i>	<i>E</i>	0.00542	0.00668	$\pi < \theta$	-1.1701
<i>R</i>	<i>E<sup>Romanov</sup></i>	0.00735	0.00692	$\pi > \theta$	0.3462

Donde: Población (*P*), Sistema de Producción (*SP*), Diversidad nucleotídica ( $\pi$ ); ThetaNuc ( $\theta$ ), Relación  $\pi > \theta$ , Tajima's D (*TD*).

## CONCLUSIONES

Se concluye que, el manejo reproductivo ovino incide en la diversidad genética de la especie independientemente del sistema de producción. Por lo tanto, es necesario realizar este tipo de estudios en el rebaño ovino nacional mexicano

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto DGAPA PAPIIT No. IN211413 2013-2015, UNAM. México.

Centro Interdisciplinar De Investigação Marinha E Ambiental, CIIMAR. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal.

## REFERENCIAS

[1]Banco Mundial (2016). WorldBank. <https://blogs.worldbank.org/opendata/es/nuevas-clasificaciones-de-los-paises-por-nivel-de-ingreso>. Recuperado el día 10/04/2017.

[2]FAO (2015). Commission on Genetic Resources for Food and. <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>. Recuperado el día 16/12/2015.

[3]CONARGEN (2012). SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx/irc/Memorias%20Documentales/Memorias%20Documentales.-%20CONARGEN%202012.pdf>. Recuperado el día 19/12/2015

[4] R. V Arvizu-Ulloa, Determining the genetic origin of Mexican creole sheep (*Ovis aries*) by cytochrome C oxidasa subunit I gene analysis. *Téc Pecu Méx*, 47(3) (2009) 323-328.

[5] C.A López (2004). Evaluación de la diversidad genética de razas de ovinos en México mediante el uso de marcadores microsatélites. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/333>. Recuperado el día 16/12/2015



## Efecto antimicótico de propóleos mexicanos sobre la estructura celular de *Candida albicans*

Rosa Lilian Gómez Palacios<sup>1</sup>, N. Tovar<sup>2</sup>, S. González<sup>3</sup>, M. Mendoza<sup>4</sup>, T. Cruz<sup>5</sup>.

Departamento de Ciencias Biológicas FES Cuautitlán

Correo: liliangomezpalacios@gmail.com <sup>1</sup> nellytovarbetancourt@hotmail.com <sup>2</sup> sgongallardo@hotmail.com<sup>3</sup>  
marcomdz@hotmail.com <sup>4</sup> tonatiuh86@hotmail.com <sup>5</sup>

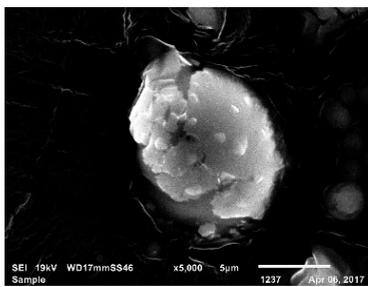


Figura 1. Daño estructural en *Candida albicans* producido por propóleo del estado de Morelos. Técnica de Microscopía Electrónica de Barrido.

### INTRODUCCIÓN:

*Candida albicans* es uno de los agentes etiológicos más comunes de las micosis oportunistas en animales y de mayor distribución geográfica. A pesar de que el ketoconazol muestra gran efectividad sobre *Candida* spp., se ha recurrido a buscar alternativas para el tratamiento de esta levadura, ya que en los últimos años se ha descubierto la resistencia que puede desarrollar a los derivados imidazólicos. El objetivo de este trabajo fue observar mediante el uso de la microscopía electrónica de barrido el daño en la estructura celular de *Candida albicans* producidos por dos diferentes Extractos Etanólicos de Propóleo (EEP) provenientes de FES Cuautitlán y del estado de Morelos, comparando su eficacia con el ketoconazol. El resultado obtenido demuestra que el propóleo causó alteraciones en la estructura celular de *Candida albicans*, por lo que es una gran alternativa de tratamiento antifúngico natural para combatir las micosis oportunistas.

### ANTECEDENTES

*Candida albicans* es un hongo microscópico, oval levaduriforme de 2 a 4 µm con paredes finas, sin embargo, en tejidos infectados también se han identificado formas filamentosas de longitud variable, con extremos redondos de 3 a 5 µm de diámetro y pseudohifas, que son células alargadas de levadura que permanecen unidas entre sí [1].

La composición química del propóleo es muy compleja, contiene más de 160 componentes activos, entre ellos flavonoides, ácido benzoico, ácido cafeico y sus derivados [2]. Los compuestos fenólicos, dentro de los cuales se encuentran los flavonoides, son el grupo más importante de compuestos bioactivos (50%) por sus propiedades medicinales, en especial los flavonoides pinocembrina, galangina y pinobanksina [3].

Científicamente, al propóleo se le han demostrado 20 propiedades, entre las cuales destaca su actividad antibacteriana, antiparasitaria, antimicótica, antiinflamatoria, antioxidante y antiviral [4]. El propóleo es la única sustancia de la colmena que impide el desarrollo de los hongos [5].

A través de la microscopía óptica, se ha demostrado que el EEP causa un importante daño celular en *Candida albicans*, inhibiendo la formación de tubo germinativo y provocando la deformación de algunas levaduras [6]. Hee Young Chee, empleó propóleo coreano sobre *Candida albicans* y *Cryptococcus neoformans*, mostrando actividad fungicida contra *C. neoformans* y actividad fungistática contra *C. albicans* [7].

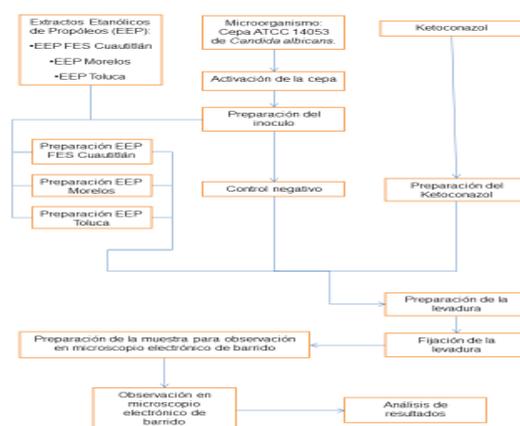
*Candida albicans* es uno de los agentes etiológicos

más comunes de las micosis oportunistas en animales y de mayor distribución geográfica. Se sabe que el propóleo inhibe el crecimiento de esta levadura, sin embargo, se conoce poco sobre los posibles mecanismos de acción del propóleo sobre los hongos, por ello la importancia de este trabajo es observar alteraciones estructurales producidas por este producto mexicano obtenido de la colmena para contar con otra alternativa de tratamiento antifúngico.

### OBJETIVO

Observar mediante el uso de la microscopía electrónica de barrido el posible daño en la estructura celular de *Candida albicans* producidos por dos diferentes Extractos Etanólicos de Propóleo (EEP).

### METODOLOGÍA



## RESULTADOS PRINCIPALES

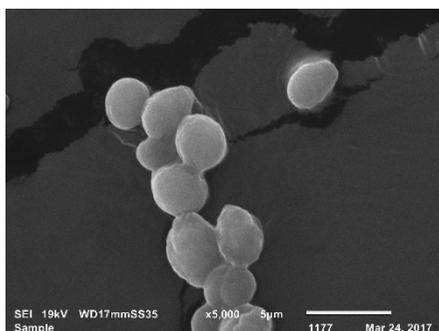


Figura 2. *Candida albicans* sin tratamiento. Microscopía electrónica de barrido.

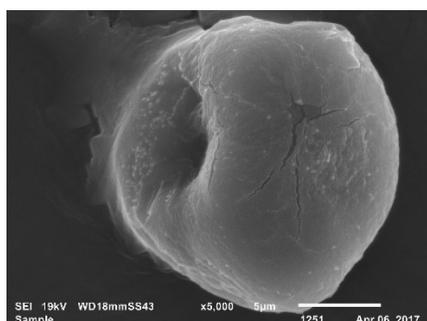


Figura 3. *Candida albicans* tratada con ketoconazol. Microscopía electrónica de barrido.

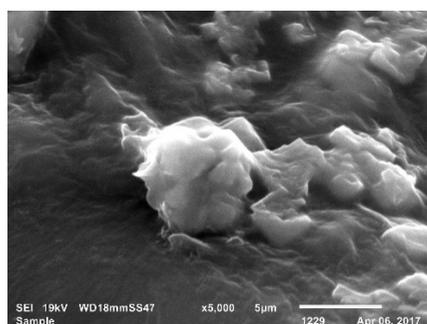


Figura 4. *Candida albicans* tratada con propóleo de FES Cuautitlán. Microscopía electrónica de barrido

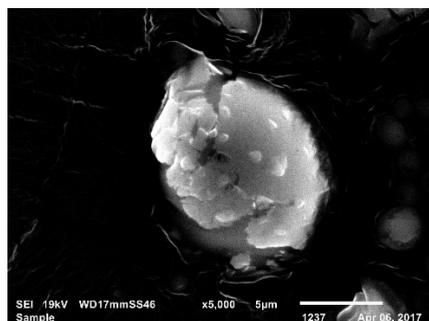


Figura 5. *Candida albicans* tratada con propóleo del estado de Morelos. Microscopía electrónica de barrido.

En la figura 2 se muestra a *Candida albicans* sin la aplicación previa de algún tratamiento, lo que nos permite comparar los cambios estructurales que hubieron después del tratamiento. Como se observa en la figura 3, *Candida albicans* fue perforada con el tratamiento de ketoconazol, mientras que en las figuras 4 y 5 se muestra un aumento en el tamaño de la levadura y una ruptura de la pared celular por efecto del propóleo

## CONCLUSIONES

El propóleo mexicano causa daño sobre la estructura celular de *Candida albicans*, lo que puede representar una alternativa natural para el tratamiento contra esta levadura.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por Proyecto UNAM PAPIIT IT 200915 y FESC PIAPI F1632.

## REFERENCIAS

- [1] Bonilla Rodríguez, Yasmín, Víctor Moreno Maldonado, Bertha Muñoz Hernández, Gabriel Palma Cortés, "Adherencia in vitro de *Candida albicans* en tres diferentes acondicionadores de tejidos usados en prosthodontia total" en Revista Odontológica Mexicana. Facultad de Odontología. UNAM., México, vol. XVI, 2012, p. 40-45. Versión electrónica: <http://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2012/uo121f.pdf> consultado el día 13 de enero de 2017.
- [2] Quintero Mora, María Leonor, Amparo Londoño Orozco, Patricia Hernández Hernández, et. al., "Efecto de extractos de propóleos mexicanos de *Apis mellifera* sobre el crecimiento in vitro de *Candida albicans*." en Revista Iberoamericana de Micología, España, vol. XXV, 2008, p. 22-26.
- [3] Rodríguez Pérez, Betsabé, Perfil químico de propóleos mexicanos para su aplicación en medicina veterinaria, UNAM, Estado de México, 2015, 117 p.
- [4] Rodríguez, Fabián, Apicultura para pequeños emprendedores. Manual teórico-práctico para el manejo comercial de la abeja, Continente, Buenos Aires, 2011, 256 p.
- [5] Jean-Prost, Pierre, Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena, 4 ed. Ediciones Mundo-Prensa, Madrid, 2007, 791 p.
- [6] Londoño Orozco, Amparo, José Guillermo Penieres Carrillo, Carlos Gerardo García Tovar, et. al., "Estudio de la actividad antifúngica de un extracto de propóleo de la abeja *Apis mellifera* proveniente del Estado de México", en Tecnología en Marcha, Costa Rica, vol. XXI-I, 2008, p. 49-55.
- [7] Tovar Betancourt, Nelly, Evaluación antimicótica in vitro del propóleo mexicano sobre *Malasseziapachydermatis*, UNAM, Estado de México, 2016, 85 p.



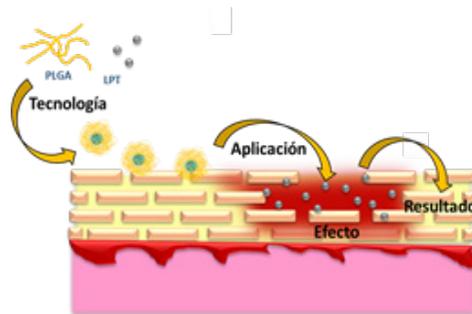
## Nanopartículas Poliméricas De PLGA Conteniendo Un Lisado Plaquetario Para Su Administración En Piel Dañada

S. Bernal<sup>1</sup>, A. Ganem<sup>2,1</sup>, <sup>2</sup>Laboratorio de investigación y posgrado en tecnología farmacéutica, L-322, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán C1, UNAM.

Correo: 1q901108@hotmail.com.

### INTRODUCCIÓN:

La prevalencia de gente con heridas crónicas ha incrementado dramáticamente lo que requiere tratamientos de administraciones frecuente y altas dosis para lograr el efecto deseado. Las heridas se caracterizan por la presencia de un microambiente proteolítico que incluye la degradación de factores de crecimiento y citocinas importantes en el proceso de cicatrización. El uso de sistemas nanométricos como sistemas de liberación de fármacos ofrecen una alternativa interesante en el área de sistemas dérmicos por las ventajas que estos poseen por lo que el objetivo planteado fue desarrollar un sistema nanométrico para la liberación controlada de un lisado plaquetario (LPT) destinado a promover la recuperación de piel dañada. Dicho sistema presenta características y propiedades de tamaño, estabilidad, potencial Z, entre otras, adecuadas para su administración en heridas de importancia médica.



Proceso en el desarrollo y evaluación de nanopartículas poliméricas y su efecto en piel dañada

### ANTECEDENTES

Durante el paso de los años la prevalencia de gente con heridas crónicas ha incrementado dramáticamente por factores tales como el fumar, obesidad y enfermedades crónicas tales como la diabetes que pueden retardan el proceso de recuperación de las heridas e incrementar el riesgo de que se vuelvan crónicas[1]. Además del costo que conlleva el cuidado de las heridas, las terapias actuales están lejos de garantizar el adecuado saneamiento además de que la recurrencia es común. Por otro lado, muchos de los sistemas requieren de administraciones frecuentes y altas dosis para lograr el efecto deseado, con la posibilidad de que se presenten efectos indeseables si se alcanzan concentraciones sistémicas elevadas[2].

Por tal situación, la mejora de los tratamientos de heridas crónicas se ha vuelto una necesidad, de tal modo que la comunidad científica se ha enfocado no solo en desarrollar nuevos tratamientos sino también en mejorar la efectividad de las terapias actuales[1].

El proceso de desarrollo de heridas es un evento fisiológico complejo el cual se caracteriza por una etapa inflamatoria con la presencia de células proinflamatorias que actúan creando un microambiente proteolítico que incluye la degradación de factores de crecimiento y citosinas importantes en el proceso de cicatrización; esta disminución de factores de crecimiento y citosinas prevé una estrategia interesante para el saneamiento de las heridas si son administrados externamente. El uso de sistemas nanométricos como sistemas de liberación de fármacos también ofrece una alternativa

interesante en el área de sistemas dérmicos, tales como los liposomas y las nanopartículas poliméricas, debido a las ventajas que estos poseen[3]. Con esto, una estrategia interesante sería desarrollar un sistema nanométrico que permita incluir un lisado plaquetario con poder cicatrizante, que sea evaluado primeramente en estudios in vitro y finalmente en estudios in vivo donde el saneamiento de las heridas es de gran importancia

### OBJETIVO

Preparar y caracterizar nanopartículas poliméricas (NP) e incorporarlas en una plataforma polimérica para la liberación controlada de un lisado plaquetario destinados a promover la recuperación de piel dañada.

### METODOLOGÍA

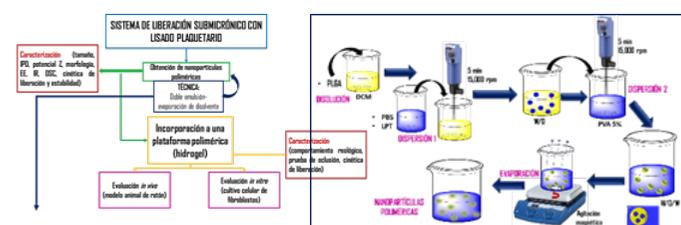


Fig. 1. Secuencia metodológica para la preparación de NP poliméricas de PLGA conteniendo LPT.

El proceso de elaboración, caracterización e incorporación de las NP en una plataforma polimérica se esquematiza en la imagen anterior superior.

La primera parte se marcan la secuencia experimental para el desarrollo del sistema con las propiedades a caracterizar

tanto de la NP como de la plataforma. En la imagen inferior de la figura 1 se describen esquemáticamente los pasos optimizados a través del diseño experimental para la fabricación del sistema.



Fig. 2. Equipos y metodología para la caracterización de NP de PLGA con y sin LPT.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La primera etapa de caracterización representa las medidas de IPD, potencial Z y tamaño de partícula, en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 1. Características de las NP con y sin LPT

	SIN LPT <sup>a</sup>	CON LPT <sup>a</sup>
Tamaño de partícula (nm)	267.0 ± 10.5	317.9 ± 18.2
IPD	0.103 ± 0.026	0.298 ± 0.023
Potencial Z (mV)	-29.1 ± 1.0	-17.6 ± 1.8

<sup>a</sup> Se reporta IC al 95%,  $\bar{x} \pm$  Error Estándar,  $n=9$ ,  $p < 0.05$

De igual manera las eficiencias de encapsulación (EE) para el sistema fueron muy buenas, con porcentajes de alrededor del 99%, también se encontraron cambios significativos en los termogramas y en los espectros de infrarrojo que marcan la presencia del LPT en NP. En los estudios de estabilidad hasta el momento (1 mes), los sistemas no mostraron un cambio significativo en las variables arriba mencionadas.

## CONCLUSIONES

El sistema polimérico obtenido mostró una suspensión con tamaño de partícula homogéneo de 267.0 nm y 317 nm sin y con LPT respectivamente, el potencial Z y el IPD mostraron valores adecuados para este tipo de sistemas. Un aspecto interesante fue obtener una EE alta para las nanopartículas, con esto y los estudios de infrarrojo y calorimetría se corrobora la obtención de un sistema de liberación conteniendo proteínas con potencial uso en el saneamiento de las heridas

## AGRADECIMIENTOS

Con especial agradecimiento al proyecto PAPIIT (IN216016) y a la beca otorgada (292701) por CONACyT.

## REFERENCIAS

- [1] Garazi Gainza, Silvia Villullas, José Luis Pedraz, Rosa Maria Hernandez, Manoli Igartua, Advances in drug delivery systems (DDSs) to release growth factors for wound healing and skin regeneration. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine* 11 (2015) 1551–1573.
- [2] Pathum Chandika, Seok-Chun Ko, Won-Ky Jung; Marine-derived biological macromolecule-based biomaterials for wound healing and skin tissue regeneration. *International Journal of Biological Macromolecules* 77 (2015) 24–35.
- [3] Anatoly B. Shekhter, Tatyana G. Rudenko, Leonid P. Istranov, Anna E. Guller, Rostislav R. Borodulin, Anatoly F. Vanin; Dinitrosyl iron complexes with glutathione incorporated into a collagen matrix as a base for the design of drugs accelerating skin wound healing. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 78 (2015) 8–18



## Estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de etapas de desarrollo de nuevos productos y ciclo de vida del producto aplicando ABP

Alvaro Enrique Lima-Vargas<sup>1,\*</sup>, Adolfo Obaya<sup>2</sup>, Jaime Navarro-Mejía<sup>1,\*</sup>. <sup>1</sup>Departamento de Ciencias Administrativas  
<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,  
 Universidad Nacional Autónoma de México

Correo: lvarolima60@yahoo.com, diegoisabel2000@yahoo.com.mx



### INTRODUCCIÓN

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se imparte en el cuarto semestre de la carrera de Informática, la asignatura de Mercadotecnia. En el programa de estudios de la asignatura se encuentra en la quinta unidad el tema: Producto. Para la mayoría de los estudiantes de Informática, este es el primer acercamiento con la mercadotecnia, por lo que les resulta compleja la comprensión del tema de producto. Por lo anterior, se presenta el diseño de una estrategia didáctica basada en el ABP para mejorar la enseñanza y aprendizaje del tema. Como problema de la vida cotidiana se seleccionó un teléfono celular de una marca específica y se integraron las Etapas de desarrollo como nuevo producto y Ciclo de vida del mismo. Se realizó una evaluación antes y después de aplicar la estrategia. Los resultados indican que los estudiantes mostraron una mejor comprensión de los temas de producto, después de aplicar la estrategia basada en ABP.

### ANTECEDENTES

La asignatura de Mercadotecnia se encuentra dentro del plan de estudios en la carrera de Informática en la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán (UNAM), la cual se imparte en cuarto semestre como asignatura obligatoria.

Esta asignatura es el primer contacto de la mercadotecnia, para los estudiantes de Informática, con la cual se pretende introducir al estudiante en los conceptos fundamentales de la mercadotecnia. Dentro de la quinta unidad (Producto) se encuentran los temas Etapas de Desarrollo de Nuevos Productos y Ciclo de Vida del Producto los cuales pretenden explicar las 8 fases del desarrollo de un producto nuevo, desde la conceptualización de la idea hasta la introducción del producto en el mercado, y las 4 fases posteriores que sufre el producto desde su introducción en el mercado hasta su desaparición. [1]

También, se realizó una investigación de los temas relacionados con la mercadotecnia que llevan en el bachillerato, observando que el plan de estudios únicamente tiene un tema que corresponde a mercadotecnia en una materia optativa, por lo cual la gran mayoría de los estudiantes no ha tenido un acercamiento con el tema, lo cual al momento de impartir la asignatura les dificultan comprender los temas. Por lo anterior surge la necesidad de diseñar estrategias didácticas. [2]

En este trabajo se diseñó estrategia didáctica basada en ABP para el mejoramiento de la enseñanza aprendizaje del tema Etapas de Desarrollo de Nuevos Productos y Ciclo de Vida del Producto para los alumnos de cuarto semestre de informática de la FESC. Cuautitlán, dicha estrategia fue analizada por medio de una investigación cuantitativa. [3]

### OBJETIVO

Diseñar y evaluar una estrategia didáctica basada en ABP para mejorar la enseñanza y aprendizaje del tema de Etapas de Desarrollo de Nuevos Productos y Ciclo de Vida del Producto.

### METODOLOGÍA

Esta estrategia didáctica se aplicó a un grupo de cuarto semestre de la carrera de Informática en la FES Cuautitlán, conformado por 17 estudiantes 15 hombres y 2 mujeres. El rango de edad de los estudiantes se encuentra entre los 19 y 24 años.

La estrategia didáctica se desarrolló en 5 partes [3]

- 1.- En la parte 1 se aplicó pre-test para evaluar los conocimientos previos de los temas a través de un cuestionario escrito.
- 2.- En la parte 2 se explicaron los conceptos básicos de forma teórica apoyándose en una presentación de power point.
- 3.- En la parte 3 se utilizó la marca Coca-Cola apoyándose

en una presentación de power point para ejemplificar las 8 etapas de desarrollo de nuevos productos y el ciclo de vida del producto. Etapas de desarrollo de nuevos productos: 1. Generación de ideas, 2. Depuración de ideas, 3. Desarrollo de pruebas y conceptos, 4. Estrategias de marketing, 5. Análisis de negocio, 6. Desarrollo de prototipo, 7. Pruebas de mercado y, 8. Comercialización. Ciclo de vida del producto: 1. Introducción, 2. Crecimiento, 3. Madurez, 4. Declive [4]

4.- En la parte 4 aplicando ABP y el tema seleccionado (Teléfonos celulares) se utilizó la marca Apple para reafirmar los conocimientos adquiridos mediante la participación de los estudiantes. La dinámica consistió en presentar imágenes de la marca las cuales correspondían a las etapas de desarrollo de nuevos producto y ciclo de vida del producto, las cuales, mediante un ejercicio grupal, los estudiantes relacionaban las etapas en función a las imágenes presentadas. la dinámica se realizó 2 veces con las mismas imágenes para reafirmar los conocimientos de los alumnos.

5.- En la parte 5 se aplicó pos-test para evaluar los conocimientos adquiridos de los temas a través de un cuestionario escrito.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados de pre y pos-test arrojaron que los estudiantes adquirieron de forma satisfactoria los conocimientos y lograron comprender las etapas de desarrollo de nuevos producto y ciclo de vida del producto, lo cual se representa en el incremento sustancial de respuestas correctas en el pos-test que en el pre-test (figura 1, 2).

Las etapas de desarrollo de nuevos productos, generó un incremento de respuestas correctas del 40% con respecto al pre-test el cual obtuvo el 30% de aciertos y el pos-test con un 70% de aciertos El ciclo de vida del producto generó un mayor incremento de aciertos, teniendo un resultado en el pre-test del 6% de aciertos, y en el pos-test un 93% de aciertos aumentando los aciertos un 87% posterior a la actividad.

Desde el punto del ABP se reflexionó sobre la estrategia didáctica planteada, en este sentido de acuerdo a las experiencias como profesor y basándose en los comentarios hechos por alumnos durante la estrategia nos damos cuenta que los estudiantes se muestran más participativos y atentos sobre dinámicas relacionados de manera directa con su vida cotidiana y de su interés.

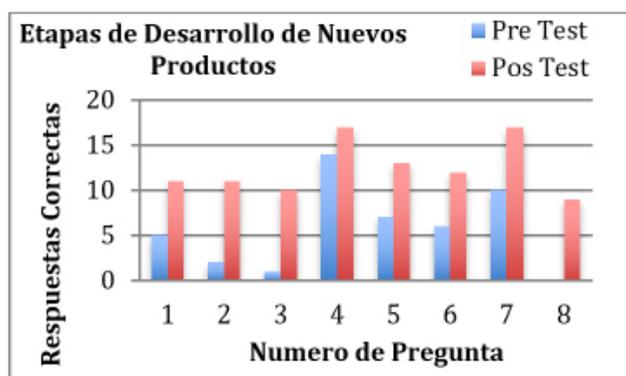


Figura 1. Resultados del pre y pos-test (Etapas de Desarrollo de Nuevos Producto)

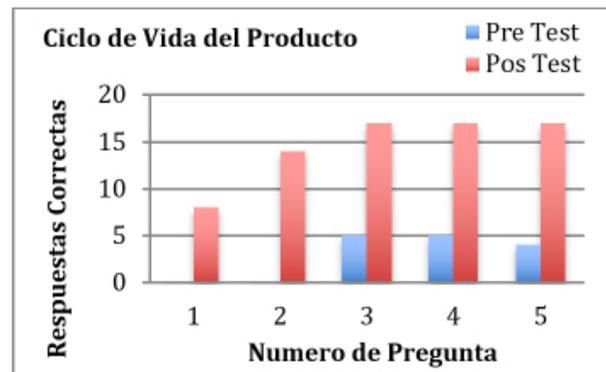


Figura 2. Resultados del pre y pos-test (Ciclo de vida del producto)

### CONCLUSIONES

En conclusión, el diseño de esta estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje mediante ABP para las etapas de desarrollo de nuevos producto y ciclo de vida del producto, correspondiente a la asignatura de Mercadotecnia en la carrera de Informática en la FES Cuautitlán es una dinámica de enseñanza y aprendizaje eficiente e innovadora la cual puede ser utilizada como alternativa para la impartición de los temas.

Adicionalmente, al diseñar una estrategia de ABP, es primordial porque considera e integra aspectos de relevancia en la vida de los jóvenes, tomando en cuenta que los aspectos que son de su agrado, incentivan el interés por el tema por parte de los estudiantes.

### REFERENCIAS

- [1] FES Cuautitlán (2016), Plan de Estudios Informática Universidad Nacional Autónoma de México.
- [2] CCH (2016), Plan de Estudios, Universidad Nacional Autónoma de México.
- [3] Pimienta, J. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias. México: Pearson Educación.
- [4] Lamb, C. (2006) Fundamentos de Marketing, México, Editorial Thomson.



## Las TIC como apoyo en el aprendizaje de la espectroscopia infrarroja a nivel teórico para caracterizar un colorante: rojo congo

M. Mata, M. Lira, A. Ramírez, A. Rosas, J. Mateo-Flores, L.E. Ballesteros, J. García, M.O. Noguez, M.I. Nicolás-Vázquez  
 Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1,  
 Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 1° de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno, 54740 Cuautitlán  
 Izcalli, Estado de México, C.P. 54740

Correo: nicovain@yahoo.com.mx

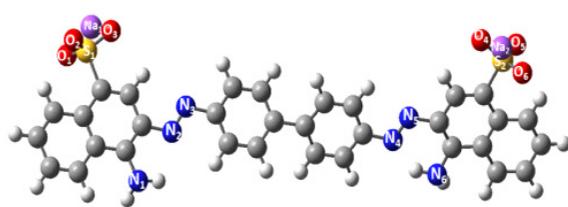


Figura 1. Estructura del rojo congo.

### INTRODUCCIÓN

Las TIC proporcionan herramientas cognitivas, para que los estudiantes hagan el máximo uso de su potencial de aprendizaje, puedan decidir las tareas a realizar, la forma de llevarlas a cabo, el nivel de profundidad de los temas, todo lo anterior para el logro de sus objetivos. En el área química, existen programas especializados que estimulan la práctica profesional en el desarrollo de habilidades metacognitivas y estrategias de aprendizaje en el campo de la espectroscopia infrarroja. En este trabajo se sintetizó un colorante orgánico (rojo congo) y posteriormente se realizó su caracterización teórica, empleando un software químico especializado, que permite la determinación de la espectroscopia infrarroja. Tutorizando las acciones de los estudiantes, explicando (y no solo mostrando) los errores que van cometiendo (o los resultados de sus acciones) y proporcionando las oportunas ayudas y refuerzos. Este tipo de herramientas, propician un enfoque creativo y aplicativo. De esta manera se evita la simple memorización de los contenidos; y presentan entornos, donde además de comprender los contenidos, puedan explicarlos, investigar y buscar nuevas relaciones.

### ANTECEDENTES

Las instituciones a nivel superior, deberán generar productos de aprendizaje, servicios y experiencias que coincidan con los parámetros en tiempos, responsabilidades, consumos, coherencia y convivencia de la sociedad de la información.

Actualmente, las TIC presentan diversas ventajas en la sociedad, una de ellas de gran relevancia es en la educación, donde su implementación renueva y refuerza la enseñanza en diversas áreas como en la Química.

En este sentido, se piensa que la Química no puede ser entendida ni aportar un conocimiento significativo únicamente mediante la enseñanza teórica, se requiere de la experimentación y además de la implementación de herramientas virtuales que faciliten la comprensión de los temas.

La vinculación teórico-experimental, sería la oportunidad para hacer uso de un laboratorio químico y una computadora (a través de un software que nos provea: contenidos, estructuras químicas, simulaciones, gráficos, actividades, servicios de apoyo, etc), cuyo fin permitiría formar competencias académicas reales, que transformen la relación de los profesores con el saber, de sus maneras de hacer <<hacer clases>>, a fin de cuentas, de su identidad y de sus propias competen-

cias profesionales, mismas que apuntarían a considerar los saberes como recursos para movilizar; crear o utilizar otros modos de enseñanza que permitan conducir a proyectos con los alumnos.

En este sentido, resulta propicio ilustrar tal mancuerna teórico-práctica, echando mano de la síntesis experimental y la caracterización teórica de la espectroscopia infrarroja del colorante rojo congo, que es una sal diazoica, estructuralmente mediana, cuyo uso en bioquímica e histología, es de teñir preparaciones microscópicas, especialmente en tinciones para el citoplasma y los eritrocitos; también se usa en bacteriología para determinar rápidamente la presencia del serotipo 2a de *Shigella flexneri*, donde el colorante se une a una estructura tipo lipopolisacárido (LPS) única en este tipo de bacteria.

En el campo de aprendizaje, solo se estimulará a un estudiante a crear competencias de alto nivel haciendo que se enfrente regular e intensamente a problemas relativamente numerosos, complejos y realistas, que movilicen diversos tipos de recursos cognitivos.

## OBJETIVO

Comprobar que el uso de las TIC apoya el aprendizaje de la espectroscopia infrarroja en la caracterización de compuestos orgánicos (sintetizados experimentalmente) a través de la determinación del espectro infrarrojo teórico, para que pueda realizar su interpretación y animación de las vibraciones moleculares, para caracterizar algunos grupos funcionales.

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Experimentalmente se obtuvo el colorante azoico Rojo congo, bajo el esquema que se engloba en el diagrama ecológico de la **Figura 2**. Se obtuvieron cristales rojos solubles en agua, conformando una solución roja coloidal; su solubilidad es mucho mejor en etanol.

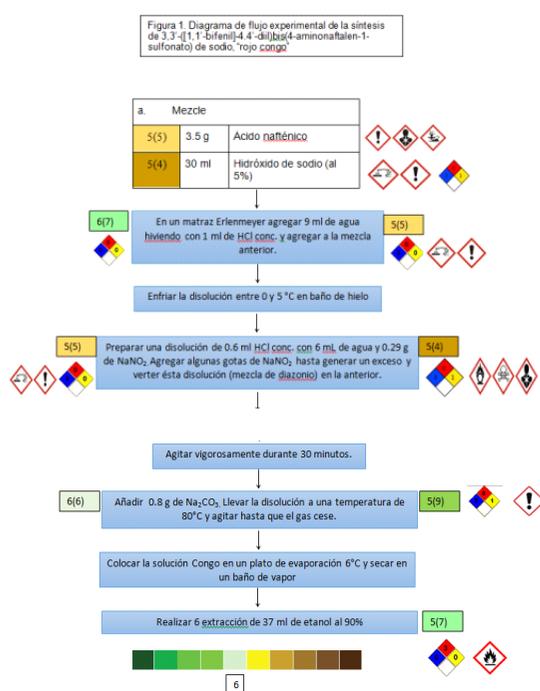


Figura 2. Diagrama de flujo ecológico del colorante rojo congo.

## METODOLOGÍA TEÓRICA

Se realizó una revisión bibliográfica y vía electrónica exhaustiva de los compuestos.

La molécula elegida fue optimizada empleando Hartree-Fock y el conjunto de funciones base STO-3G(d). A este mismo nivel fue determinada la propiedad espectroscópica. Empleando el programa Gaussian 09 y GaussView05 como visualizador.

Con la metodología teórica se modeló y optimizó la molécula del colorante rojo congo (Figura 1), se determinó el espectro de infrarrojo teórico (Figura 3), se obtuvieron 150 modos vibracionales y se pudo observar la animación vibracional infrarroja del colorante.

## RESULTADOS PRINCIPALES

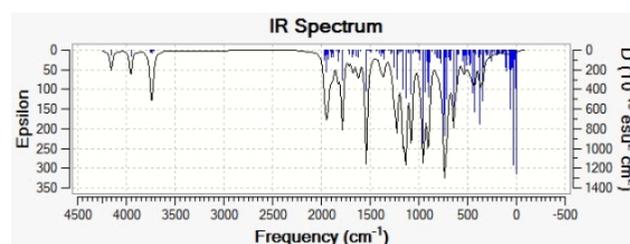


Figura 3. Bandas de absorción del rojo congo.

## CONCLUSIONES

El uso de las TIC ha tenido revuelo en diferentes áreas de conocimiento, en cuanto a las Licenciaturas del área de química, es importante implementar el uso de las TIC dentro del programa de estudio, ya que en repetidas ocasiones el alumno sólo se queda con lo visto de una manera clásica y al no tener diferentes percepciones, puede que no se visualicen con profundidad los temas o no sean totalmente claros.

Teniendo de herramienta un software que analice las estructuras moleculares, los modos vibracionales, el espectro infrarrojo, entre otras características significativas de las moléculas, les permitirá reconocer cómo es el comportamiento intra e intermolecular de las mismas, así como propiciar las condiciones experimentales necesarias para lograr sintetizar correctamente productos deseados, como en este caso el rojo congo. De no ser el producto deseado se ha de conocer la estructura de la molécula con el uso de alguna TIC para determinar la espectroscopia de infrarrojo de la misma y de esta manera modificar las condiciones de reacción y obtener el compuesto de interés.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al apoyo super computadora Miztli-DGTIC-UNAM: LANCAD-UNAM-DGTIC-165 y PAPIIME PE203417.

## REFERENCIAS

- [1]P.Magpie (2014). Preparation of Congo Red. [www.sciencemadness.org](http://www.sciencemadness.org) Recuperado el día 18/04/17.
- [2] P. Steensma (2001). Arch Pathol Lab Med. [www.archivesofpathology.org](http://www.archivesofpathology.org) Recuperado el día 20/04/17.
- [3]Compound Summary (2005). Congo Red. [www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov) Recuperado el día 20/04/17.



## Uso de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la espectroscopía infrarroja teórica (Sudan I)

H.M. Juárez, H.C. De la Cruz, G.A España, V.C. Beltran, R.A. Fernández, J. Mateo-Flores, L.E. Ballesteros, J. García, M.O. Noguez, M.I. Nicolás-Vázquez.

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1, Universidad Nacional Autónoma de México, Edificio L-1, Laboratorio 123, Av. 1º de Mayo s/n, esq con Av. Del vidrio, Colonia Santa María de las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. C.P. 54740

Correo: [maestra3judithgarcia@hotmail.com](mailto:maestra3judithgarcia@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

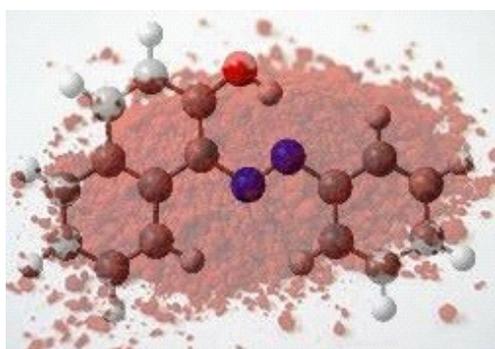


Figura 1. Imagen del compuesto modelada en 3D con fondo del compuesto sólido.

El alumnado en la educación superior es heterogéneo, tienen varios estilos cognitivos, diversas facultades y conocimientos acumulados, numerosas habilidades y limitaciones. Por ello, para orientar el logro de un objetivo educativo, a un grupo de estudiantes no siempre le servirá el mismo procedimiento, ni el mismo material (por bueno que sea), ni la misma metodología; por lo que debemos diversificar atendiendo a las características del alumno, al considerar el amplio repertorio de técnicas y materiales que tenemos a nuestra disposición.

En este sentido, se seleccionó un software químico especializado en el análisis de la espectroscopía teórica Infrarroja, el cual reduce: costos, tiempo y ofrece una mayor eficiencia en la adquisición de espectros teóricos, interpretación y enseñanza-aprendizaje del estudiante en el área química. El compuesto analizado mediante este método fue el colorante Sudan I (**Figura 1**). La determinación teórica permitió obtener 87 modos vibracionales, así como la animación de cada uno de ellos.

### ANTECEDENTES

Para la formación integral de estudiantes competentes, el uso de las TIC es fundamental ya que garantiza un óptimo aprendizaje sobre lo que se pretende lograr experimentalmente. Las TIC en el campo laboral deben conocerse y manejarse como herramientas que le ayuden al Licenciado en Bioquímica Diagnóstica a ser más productivo, ingenioso, autodidacta y generador de conocimientos. Teniendo en cuenta esto, optamos por el uso de un software químico para estudiar a nivel espectroscópico el compuesto Sudan 1 (1-fenildiazetil naftalen -2-ol), demostrando así la eficacia de esta técnica como facilitadora en el aprendizaje de la espectroscopía Infrarroja, a través de la visualización e interpretación de las bandas de este compuesto. Por otro lado el uso de esta herramienta es una gran opción, pues nos ofrece una alternativa en caso de que no se cuente con el equipo adecuado para llevar a cabo una espectroscopía experimental; situación que se presenta en la FES Cuautitlán Campo 1, a nivel docencia.

Sin embargo este tipo de software presenta algunas inconveniencias ya que no es de acceso al público, siendo limitado a alumnos de la misma Institución. Además se requiere de capacitación en su uso.

### OBJETIVO

Incentivar el uso de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la espectroscopía infrarroja, empleando software químico especializado en la determinación de espectros a nivel teórico para caracterizar moléculas orgánicas.

### METODOLOGÍA

Previamente se realizó una investigación exhaustiva por medio de fuentes bibliográficas y electrónicas para obtener información del compuesto sudan 1.

A continuación, empleando el software químico Gaussian 09 y GaussView 02 como visualizador, la molécula de sudan 1 fue optimizado empleando Hartee-Fock y el conjunto de funciones base STO-3G(d). A este mismo nivel, fue determinada la propiedad espectroscópica Infrarroja.

Se ejecutó el siguiente procedimiento:

1. Modelar la molécula de Sudan I (**Figura 1**).
2. Optimizar la molécula de Sudan I (**Figura 2**).
3. Programar la ejecución de los cálculos.
4. Determinar el espectro Infrarrojo teórico (**Figura 4**).
5. Interpretar el espectro Infrarrojo teórico (**Tabla 1**).
6. Visualizar los modos vibracionales.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La molécula optimizada de máxima estabilidad y visualizada con el programa Gauss View se presenta en la Figura 2:

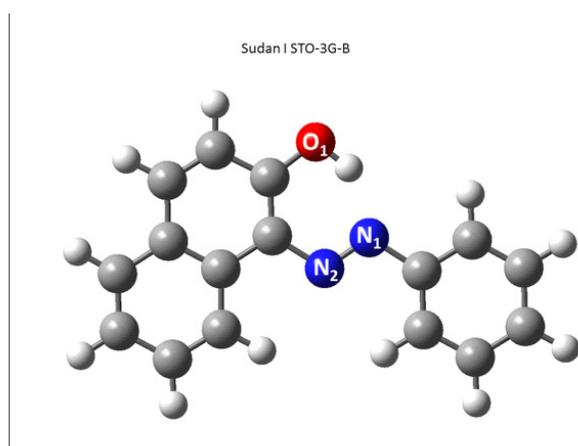


Figura 2. Imagen del compuesto en 3D modelada en el software GaussView05.

En la Figura 3, se muestran las cargas atómicas de los átomos del colorante, una vez que se ha optimizado.

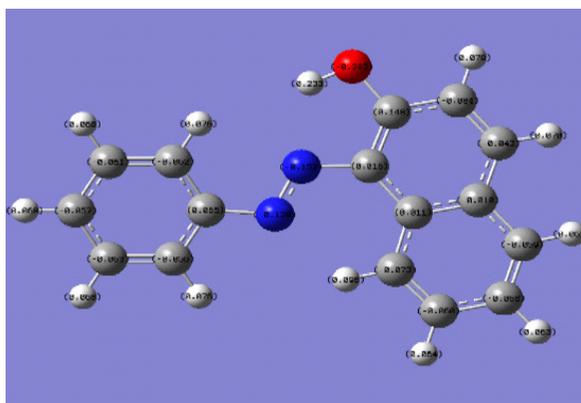


Figura 3. Distribución de las cargas, del compuesto Sudan 1 obtenidas a partir del programa Gaussian.

Se encontraron 87 movimientos vibracionales en el compuesto. La vibración azo, se encuentra contaminado. Los modos vibracionales encontrados corresponden al de estiramiento (cambio en la distancia de enlace) y al de flexión (cambio en el Angulo de enlace).

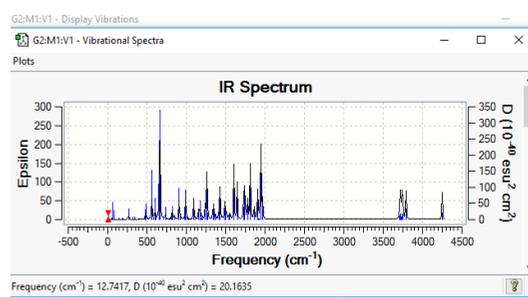


Figura 4. Espectroscopia infrarroja teórica del compuesto Sudan 1 obtenida por el nivel de teoría HF/STO-3G(d).

Figura 4. Espectroscopia infrarroja teórica del compuesto Sudan 1 obtenida por el nivel de teoría HF/STO-3G(d).

Tabla 1. Frecuencia en  $\text{cm}^{-1}$  de los principales grupos funcionales en la molécula Sudan 1 expuestos en la Figura 2.

Funcionalidad	Frecuencia	Energía (Infrared)
Azo (N-N)(movimiento contaminado)	665.32	56.8403
Hidroxilo (-OH)	4249.35	21.55

## CONCLUSIONES

El software químico empleado en este trabajo para la modelación, optimización, determinación del espectro teórico infrarrojo, interpretación del mismo, así como la animación de sus modos vibracionales, permitió, caracterizar al Sudan 1, de suma importancia en el ámbito químico.

Esta TIC empleada, fue de fácil instalación y uso, amigable con alumnado de diversas características y habilidades, de gran versatilidad didáctica; alta capacidad de adaptación a diversos entornos de uso, agrupamientos, estrategias didácticas, usuarios y contextos informativos.

## AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecemos al apoyo de la supercomputadora Miztli-DGTIC-UNAM: LANDCAD-UNAM-DGTIC-165 y PAPIME: PE203417.

## REFERENCIAS

- [1] Cabero Almenara, J. (2017). Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa.. tecnologiaedu.us.es. Retrieved 20 April 2017, from <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/jca16.pf>
- [2] M. Stiborová, V. Martínek, H. Rýdlová, P. Hodek, E. Frei. Sudan I Is a Potential Carcinogen for Humans: Evidence for Its Metabolic Activation and Detoxication by Human Recombinant Cytochrome P450 1A1 and Liver Microsomes. *Cancer Research*, 62, 5678–5684, 2002.



## El potencial de las TIC para transformar e innovar la práctica docente en el área de la espectroscopia IR teórica: Sudán III

R. Cruz, L. Martínez, G. Manzano, Y. Rodríguez, O. Olivera, J. Mateo-Flores, L.E. Ballesteros, J. García, M.O. Noguez, M.I. Nicolás-Vázquez.

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno, 54740 Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740

Correo: [maestra3judithgarcia@hotmail.com](mailto:maestra3judithgarcia@hotmail.com)



Figura 1. Geometría optimizada, mediante las TIC de Sudán III.

### INTRODUCCIÓN

La potencialidad de los recursos didácticos aumenta la funcionalidad de los programas educativos, las TIC logran este fin, dado que permiten impulsar el desarrollo de competencias digitales para la formación profesional de los estudiante a nivel licenciatura dentro del área de las ciencias químicas. Por otro lado, Existe software educativo que permite la caracterización espectroscópica (Infrarroja) de moléculas orgánicas. Con estos programas se modela, ejecutan cálculos químico-cuánticos, que proporcionan el espectro correspondiente y los modos vibracionales, convirtiéndose ésta en un recurso formativo con la que los estudiantes desarrollan actividades de aprendizaje trascendentales, dado que se capacitan en la interpretación de espectros de Infrarrojo aunque no cuente con equipos que adquieran de forma experimental dichos espectros.

### ANTECEDENTES

Las tecnologías de la información y comunicación son recursos, herramientas y programas que se utilizan para procesar, administrar y compartir la información mediante diversos soportes tecnológico. Son muy útiles en el área de las ciencias químicas para el aprendizaje y la enseñanza. En la química computacional existe software muy versátil que se emplean para la caracterización de compuestos orgánicos a nivel teórico. Una de las caracterizaciones es mediante la espectroscopia infrarroja [1]. A este nivel se determina el espectro para el Sudán III y sus modos vibracionales. Este compuesto fue sintetizado en el laboratorio de docencia pero no se cuenta con el equipo para su caracterización experimental, ahora con el uso de las TIC se puede obtener las bandas que evidencian los grupos funcionales del colorante azoico en su espectro infrarrojo teórico [2]. De esta manera se consigue afianzar el fundamento de la espectroscopia Infrarroja mediante una caracterización teórica.

### OBJETIVO

Transformar e innovar la práctica docente en el área de la espectroscopia IR mediante el uso de las TIC para caracterizar moléculas orgánicas sintetizadas a nivel docencia.

### METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Experimentalmente se sintetizó el colorante azoico Sudan III, bajo el esquema que se engloba en el diagrama ecológico de la **Figura 2**.

### METODOLOGÍA TEÓRICA

Se realizó una revisión bibliográfica y vía electrónica del compuesto Sudán III. La molécula elegida fue optimizada empleando el método de Hartree-Fock y el conjunto de funciones base STO-3G(d). A este mismo nivel fue determinado el espectro de Infrarrojo. Empleando el programa Gaussian09 y Gauss View 05 como visualizador.

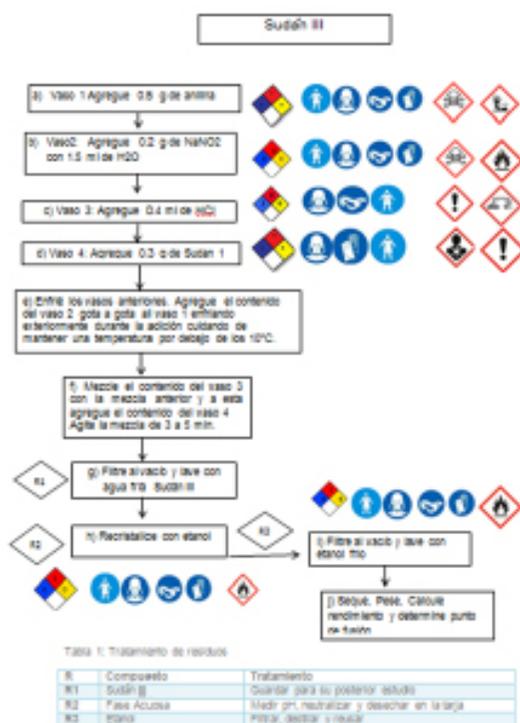


Figura 2. Diagrama de flujo del colorante Sudan III.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Experimentalmente se obtuvo el Sudán III con aspecto de cristales rojizos, p.f. 199°C y de acuerdo al diagrama de la Figura 2.

Con la metodología teórica se modeló y optimizó la molécula del colorante Sudan III (Figura 1), posteriormente se determinó el espectro de infrarrojo teórico (Figura 3), y se obtuvieron 150 modos vibracionales. En la Tabla 2, solamente se indican algunas. Además se observó la animación vibracional infrarrojo del colorante.

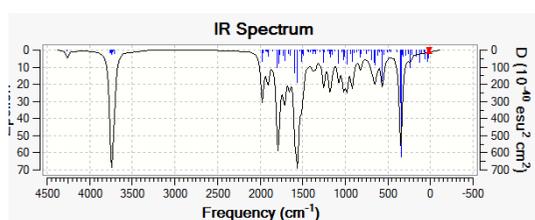


Figura 3. Bandas de absorción de Sudán III

Figura 3. Bandas de absorción de Sudán III

Tabla 1. Funcionalidades presentes en el Sudán III.

Número de vibración	Frecuencia	Grupo funcional
1	4260	OH
2	1854.8	N=N
3	1847.9	N=N

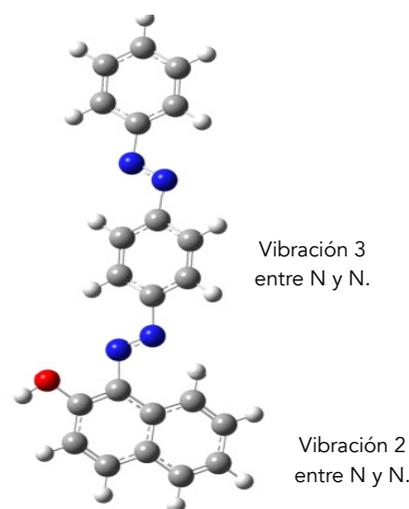


Figura 4. Átomos con vibración en Sudán III indicada en tabla 1. En estas vibraciones se observan estiramientos.

## CONCLUSIONES

El software químico empleado en este trabajo para la modelación, optimización, determinación del espectro teórico infrarrojo, interpretación del mismo, así como la animación de sus modos vibracionales, permitió, caracterizar al Sudan 1, de suma importancia en el ámbito químico.

Esta TIC empleada, fue de fácil instalación y uso, amigable con alumnado de diversas características y habilidades, de gran versatilidad didáctica; alta capacidad de adaptación a diversos entornos de uso, agrupamientos, estrategias didácticas, usuarios y contextos informativos.

## AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecemos al apoyo de la supercomputadora Miztli-DGTIC-UNAM: LANDCAD-UNAM-DGTIC-165 y PAPIIME: PE203417.

## REFERENCIAS

- [1] Cabero Almenara, J. (2017). Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa.. tecnologiaedu.us.es. Retrieved 20 April 2017, from <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/jca16.pf>
- [2] Espectroscopia de resonancia magnética nuclear. (2017). www.sinorg.uji.e. Retrieved 20 April 2017, from <http://www.sinorg.uji.es/Docencia/FUNDQO/TEMA-10FQO.pdf>
- [3] N.A.G. Ahmed, Z.S Ibrahim, G.G. Moustafa, K.Q. Sakamoto, M. Ishizuka, S. Fujita. The Induction of Cytochrome P450 1A1 by Sudan Dyes. J Biochem Molecular Toxicology. 22(2), 77-84, 2008.

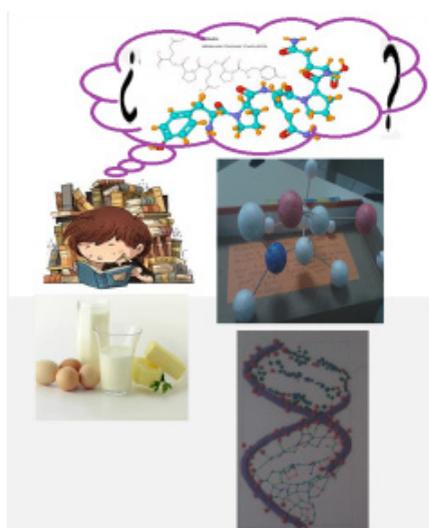


## Secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del tema de proteínas, en el Conalep

Virginia Martínez-Aguilar, Adolfo Obaya, Yolanda Marina Vargas-Rodríguez. MADEMS-Química, Departamento de Ciencias Químicas, Campo 1, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. 1o de Mayo s/n, Sta. Ma. Las Torres, Cuautitlán Izcalli 54740, Estado de México, México.

Correo: maravir11@gmail.com

### INTRODUCCIÓN



Los alumnos de quinto semestre del área de Salud de la carrera técnica de Asistente y Protesista Dental del Colegio Nacional de Educación Profesional y Técnica (CONALEP), presentan dificultades para comprender el tema de proteínas. En este trabajo se presenta el diseño, aplicación y evaluación de una secuencia didáctica que incluye los conceptos que los estudiantes deben saber acerca de la estructura, funciones y clasificación de este tipo de biomoléculas, así como la importancia de las proteínas en la dieta del adolescente. La secuencia se basa en diferentes estrategias de enseñanza como son: en el aprendizaje basado en problemas (ABP), mapas conceptuales y estrategias lúdicas. Adicionalmente, los estudiantes realizan modelos de aminoácidos y proteínas con plastilina o diversos materiales. Se aplicó una evaluación al grupo de estudiantes al que se les imparte el tema de proteínas con la secuencia didáctica propuesta (grupo experimental) y los resultados se comparan con los de un grupo control, al cual se le imparte el tema de forma tradicional (plumón y pizarrón). Los resultados indican una mayor comprensión del tema de proteínas en el grupo experimental que en el grupo control.

### ANTECEDENTES

Los conocimientos sobre las Ciencias experimentales, como es el caso de proteínas son parte del manejo de los conocimientos propios de las ciencias biológicas del Conalep Cuautitlán, para los alumnos de tercer y cuarto semestres, sin embargo se encontró que los estudiantes del quinto semestre no reconocen esta clase de biomoléculas. Esto se convierte en un obstáculo para el avance del siguiente tema y hasta del siguiente semestre.

### OBJETIVO

Diseñar, aplicar y evaluar la secuencia didáctica compuesta de diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje para mejorar la comprensión del tema de proteínas y su importancia en los organismos, a los alumnos de quinto semestre del Conalep, del profesional técnico del área de dental.

### METODOLOGÍA

Se trabajó con dos grupos, al grupo control (GC) se le impartió una clase tradicional (gis y pizarrón) y al

grupo experimental (GE), se le aplicó la secuencia didáctica siguiente:

Se aplicó un cuestionario de conocimientos previos sobre aminoácidos, esto permitió evaluar su situación de partida con respecto a los contenidos del tema.

Después mediante una lluvia de ideas se intentó reactivar el conocimiento de aminoácidos con ayuda del panel de abejas.

Se llevó a cabo una presentación digital sobre las proteínas, tratando de explicar mediante ejemplos de su vida cotidiana para que el conocimiento sea significativo.

Se les explicó que por medio de una reacción de condensación los aminoácidos son capaces de unirse y formar enlaces peptídicos, y que los aminoácidos forman polipéptidos que estos son capaces de formar proteínas.

Se les pidió que pasen a identificar el enlace peptídico de una proyección en el pizarrón.

Después se repartió material didáctico para ejercitar lo aprendido.

Al terminar el anterior ejercicio se les pide elaborar modelos de aminoácidos con plastilina o unicel para reforzar los conceptos de estructura de aminoácidos, enlaces peptídicos, estereoisomería y propiedades ópticas, ellos pasaron

enfrente para explicar que aminoácido o enlace peptídico se estaba representando.

Al terminar el tema se les aplicó un cuestionario.

Para iniciar el tema de proteínas, se les dio unos artículos de divulgación actuales con ellos se logró que ligaran el tema de proteínas con su entorno.

Las lecturas se realizaron por equipo y después a cada integrante se les pidió que expusieran su opinión sobre la importancia de las proteínas en su vida y entorno.

A continuación, se les presentó el video sobre estructuras de proteínas: <https://www.youtube.com/watch?v=qBRFIM-cxZNM&list=PLdjEau49zHWNi8AxS-eLmudgrky1RDERO>

Después con diferentes materiales los alumnos realizaron sus modelos de proteínas, para comprender como es su estructura además de explicarla frente al grupo.

Presentación digital sobre la clasificación de las proteínas y después se les pide que completen el siguiente material didáctico.

Se presentó un video sobre funciones de proteínas: [https://www.youtube.com/watch?v=VDEPrUJq\\_Vo&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=VDEPrUJq_Vo&t=1s)

Con una presentación digital se recaló la importancia de las proteínas en la salud y también su importancia para el desarrollo del adolescente.

Adicionalmente, los alumnos resolvieron un crucigrama. Se presentó un video de las proteínas en la salud, además de los alumnos utilizaron unas lecturas en donde se recalaba la importancia de las proteínas en el desarrollo del adolescente.

<https://www.youtube.com/watch?v=UYJSRXY3I3c>

Para complementar el video se les pidió a los alumnos que realicen una investigación sobre la proteína, para poder realizar una discusión grupal sobre el tema. Al final de la actividad a los alumnos se le pidió a cada alumno un mapa mental híbrido del tema de proteínas.

Finalmente, se les aplicó un examen con 20 reactivos clasificados en 4 ejes de aprendizaje.

Ejes de Aprendizaje	Indicador de aprendizaje	Tipo de reactivos
1	Comprende la clasificación de las proteínas	Preguntas de opción múltiple (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)
2	Comprende algunas funciones de las proteínas en el cuerpo humano y las puede relacionar con su estructura estructura	Relacionar las columnas (9, 10, 11, 12, 13)
3	Es capaz de esquematizar las diferentes estructuras de las proteínas	Identificación de esquemas (14, 15, 16 y 17)
4	Es capaz de comprender la importancia de las proteínas en la dieta del adolescente	Preguntas abiertas (18, 19, 20)

## RESULTADOS PRINCIPALES

Se observa que el grupo experimental al que se le aplicó esta estrategia didáctica (en color negro) presenta mejores resultados en la evaluación, comparados con los resultados del grupo control (color amarillo).

Por lo tanto, se demuestra que la estrategia didáctica aplicada a los alumnos dio excelentes resultados de aprendizaje al compararla con los alumnos que no se les aplicó la estrategia de enseñanza.

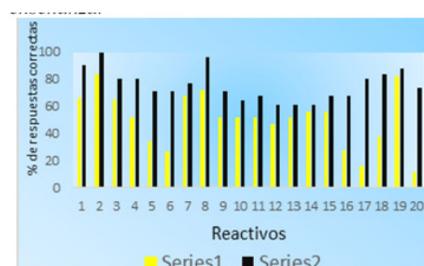


Figura 1. Resultados entre grupos, después de aplicar la secuencia didáctica.

## CONCLUSIONES

Al implementar las estrategias didácticas correctas se favoreció significativamente la comprensión y el aprendizaje de la estructura, clasificación y función de proteínas.

Las estrategia didáctica, como basada en , utilización de herramienta como las TICS, los modelos didácticos, los mapas mentales, y los ejercicios, generó una mayor comprensión y motivación en los estudiantes ya que encuentran una motivación en su entorno y con sus intereses, poniendo en acción los conocimientos conceptuales.

## REFERENCIAS

- [1] Programa para la evaluación internacional de los alumnos (PISA) 2015-Resultados <http://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf%20recuperado%20en%2020/03/17>
- [2] F. Flores-Camacho. (2012) La enseñanza de las ciencias en México ed. INEE. México.
- [3] L. P. Santofimio. (2013) diseño de una estrategia de enseñanza para el aprendizaje significativo de la estructura y función de la membrana celular para estudiantes de educación básica. Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Ausubel, Novak Hanesian. (1984). Psicología Educativa, México, trillas
- [5] R. Rodriguez (2007) Compendio de estrategias bajo el enfoque de competencias . Ed. Intituto tecnológico de Sonora p. 22
- [6] Ausubel, D.P., Novak, J.D. and Hanesian, H. (1978). Educational psychology. New York: Holt, Rinehart and Winston. Editorial Trillas, México, 1981.
- [7] A- L. Lehninger(1985) bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función celular. 2 ed. Ediciones Omega Barcelona.
- [8] J. D. Fuente (2012) Aprendizaje basado en problemas. Un Camino para aprender a aprender. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [9] González, R. P. (2014). La lúdica como estrategia didáctica. Colombia: Universidad Nacional de colombia . Recuperado el 28 de Febrero de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/41019/1/04868267.2014.pdf>
- [10] Aguilar, M. F. (2006). El mapa conceptual una herramienta para aprender a enseñar. Plasticidad y restauración neurologica, 5(1), 62-67.



## Problemario básico para la asignatura de Química Analítica Aplicada impartida a las Licenciaturas de BQD y Farmacia

C. E. Durán Juárez, J.C. Botello Pozos

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM),  
Av. 1° de Mayo s/N, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Correo: [jcbotell@hotmail.com](mailto:jcbotell@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La comprensión de la Química Analítica en medio amortiguado implica en muchas ocasiones dificultades para los estudiantes debido no solo a la abstracción de los temas que se revisan, sino también a la carencia de una literatura específica que brinde un apoyo a los alumnos, por ello en este trabajo se desarrolló un problemario que comprende específicamente los temas considerados en la enseñanza de la asignatura de Química Analítica Aplicada impartida a las Licenciaturas de Bioquímica Diagnóstica y de Farmacia, con una estructura que obedece al seguimiento del programa y que busca brindar una herramienta que le permita al estudiante reforzar las habilidades y conocimientos que adquiere en el aula.

### ANTECEDENTES

Una parte importante de todo análisis químico ya sea cualitativo o cuantitativo es el poder conocer las propiedades químicas y las características del sistema, de ahí que en los cursos básicos de Química Analítica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C) se revisan los temas correspondientes a los equilibrios químicos que ocurren en solución acuosa, analizando las bases para la comprensión de los mismos y las posibles reacciones que ocurren. [1-4]. En particular en la materia de Química Analítica Aplicada para las Licenciaturas de Farmacia y de Bioquímica Diagnóstica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se revisa lo relacionado con sistemas multicomponentes y multirreaccionantes en medio amortiguado, temas que en ocasiones debido a la abstracción y complejidad, aunado ello a la escasa literatura existente de problemas químicos y su resolución, provocan que dichos temas sean de difícil comprensión para los estudiantes. Por lo que es necesario el desarrollar e implementar materiales que sirvan de apoyo a los alumnos que sean acordes a los temas que se revisan en la asignatura.

### OBJETIVO

Desarrollar un problemario que pueda ser utilizado como material de apoyo en la asignatura de Química Analítica Aplicada impartida a las Licenciaturas de Bioquímica Diagnóstica y Farmacia con el propósito de proporcionar una herramienta que permita fortalecer los conocimientos adquiridos en esta asignatura mediante una serie de ejercicios resueltos que involucren la descripción del problema, el planteamiento y resolución del mismo.

### METODOLOGÍA

Para la elaboración del problemario se tomó como base el temario de la asignatura de Química Analítica Aplicada considerada dentro de los planes de estudios de las Licenciaturas de Bioquímica Diagnóstica y de Farmacia, considerando las tres unidades temáticas y los subtemas de cada una de ellas. Adicional a ello se incluyó el tema de óxido-reducción en medio amortiguado por ser de interés además de que se encuentra considerado como propuesta en la revisión del programa de la asignatura.

### RESULTADOS PRINCIPALES

En este trabajo se desarrolló un problemario que pueda ser utilizado como material de apoyo para la asignatura de Química Analítica Aplicada impartida a las Licenciaturas de Bioquímica Diagnóstica y Farmacia con el propósito de proporcionar a los alumnos una herramienta que permita fortalecer los conocimientos adquiridos en esta asignatura, concernientes a propiedades de acidez y basicidad, formación de complejos, solubilidad y precipitación, así como de reacciones óxido-reducción; mediante una serie de ejercicios resueltos que involucren la descripción del problema, el planteamiento y resolución del mismo apoyándose de la realización de gráficos que permitan establecer reacciones representativas, como lo son Escalas de Predicción de Reacción, Escalas de Zonas de Predominio, Diagramas de Zonas de Predominio, Diagramas de Fases condensadas, Diagramas de Existencia Predominio y Diagramas de Tipo Pourbaix. Adicional a ello se incluye una serie de ejercicios sobre métodos gráficos de análisis y cuantificación (curvas de calibración, adición patrón y valoración), incluyendo la resolución de problemas mediante el empleo del programa

Microsoft Excel y dando al alumno una guía de como introducir los datos y efectuar los cálculos con dicho programa.

En todos los casos se establece una estructura para los problemas desarrollados que considera:

- > Planteamiento del problema
- > Datos necesarios para la resolución
- > Preguntas
- > Resolución

La estructura del problemario corresponde a los temas que se revisan en el programa de la asignatura y trata cada uno de ellos, de manera que se inicia con problemas básicos y paulatinamente se incrementa el grado de dificultad hasta llegar a la resolución de problemas que integran cada tema revisado, esto con el propósito de brindar al alumno un acompañamiento en relación a lo que va revisando de acuerdo al programa de la asignatura.

**Problema 1.17** Se tienen 4 L de una disolución que se sabe contiene Ni (II), para analizarla se toman alícuotas de 25 mL y se les adicionan 10 mL de una disolución amortiguadora de oxalatos ( $\text{Ox}^-$ ) y estas alícuotas se valoran con EDTA estandarizado de concentración  $10^{-2.5}$  M, gastándose un volumen promedio de 12.80 mL para alcanzar el punto final de la valoración al emplear el indicador In.

**Datos.**

$\text{Ni(OH)}_2^{2-}$	$\log \beta = 4.6$	$\text{Ni(OH)}^+$	verde
$\text{Ni(Ox)}_2^{2-2n}$	$\log \beta = 4.1, \log \beta_2 = 7.2, \log \beta_3 = 8.5$	$\text{Ni(Ox)}_2^{2-2n}$	verde
$\text{NiY}^{2-}$	$\log K_{\text{NiY}} = 18.6$	$\text{NiY}^{2-}$	Verde intenso
NiIn	$\log \beta = 17.8$	NiIn	rojo
H <sub>2</sub> Ox	pKa's: 1.25, 4.29	In <sup>3+</sup>	amarillo
H <sub>2</sub> In	pKa's: 7.0, 9.8	Ox <sup>-</sup>	incolore
H <sub>4</sub> Y	pKa's: 2.00, 2.7, 6.3, 10.2	Y <sup>-</sup>	incolore

a) Determine las condiciones de amortiguamiento en el sistema de valoración (pOx y pH)

b) Trace el DZP para Ni(II) en el espacio pOx<sup>-</sup>=(pH)

c) Escriba el equilibrio representativo de valoración a las condiciones de amortiguamiento y determine valor de la constante de equilibrio condicional

d) Calcule la concentración molar de Ni(II) en la disolución analizada

e) Determine los mg de sulfato de níquel en la disolución analizada

f) Calcule las ppm de sulfato de níquel en la disolución analizada

g) Describa cual será el vire de color que se observará en el punto final de valoración

h) Determine el error porcentual que se tendrá al emplear el indicador para determinar el punto final de valoración

Figura 1. Ejemplo de problema del tema de acidez y complejación

## CONCLUSIONES

Se desarrolló un material que sirva de apoyo al estudiante para la comprensión del equilibrio químico en medio amortiguado, mediante la presentación de problemas resueltos, dicho material acorde al temario específico de la asignatura de Química Analítica Aplicada.

Este problemario podrá ser de utilidad para asignaturas con temarios similares impartidas en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán así como en otras instituciones de educación superior.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo otorgado por el proyecto PAPIME con clave PE200517.

## REFERENCIAS

- [1] Harris, D. (2007). Análisis químico cualitativo. 6ª ed. España: Reverté
- [2] Ringbom, A. (1979). Formación de complejos en química analítica. España: Alhambra.
- [3] Skoog, D., West, D., Holler, F. & Crouch, S. (2005). Fundamentos de Química Analítica. 8va ed. México: Thomson.
- [4] Trujillo-Santacoloma, F. (2004). Química en soluciones acuosas: teoría y aplicaciones. 4ª ed. Colombia: Universidad de Medellín.

9



## Material digital como apoyo para la comprensión básica del tema de ácido-base en nivel licenciatura

A.K. Ramírez Barraza, O. R. Ponce Crippa, S. Maya Ramírez, M. L. Morales Galicia y J. C. Botello Pozos  
Sección de Ciencia Básica, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM),  
Av. 1° de Mayo s/N, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Correo: [jcbotell@hotmail.com](mailto:jcbotell@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

El tema de ácido-base es un tema fundamental que no solo se revisa en al menos una materia de los primeros semestres de todos los programas de las licenciaturas del área de química que se imparten tanto en FES-Cuautitlán así como en cualquier institución de educación superior, sino que está implícito en una gran cantidad de asignaturas de formación tanto básica como profesional; por ello es que su comprensión es fundamental. En este trabajo se desarrolló un material digital con la información básica desarrollada de forma sintética y con un lenguaje de fácil comprensión con la finalidad de apoyar al alumno en el entendimiento de este tema.

### ANTECEDENTES

El tema de ácido-base es fundamental en los cursos básicos de los programas de estudios de licenciatura del área Química en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán éste se encuentra incluido en el temario. Las materias impartidas por la Sección de Ciencia Básica han sido un sello característico de los programas del área química de la FES-Cuautitlán. Sin embargo en ocasiones resulta complicada la enseñanza de este tema debido al empleo de un lenguaje formal, a la abstracción que se requiere, a la carencia de bases académicas para la comprensión de los temas, además de la falta de objetos de apoyo para el aprendizaje acordes a la época y tendencias tecnológicas actuales[1-6].

Se debe considerar que en los últimos años las herramientas empleadas mayoritariamente por los alumnos son aquellas vinculadas a las tecnologías de la comunicación e información ya que los estudiantes son más ávidos al empleo de materiales visuales como presentaciones, imágenes, materiales electrónicos, redes sociales y espacios virtuales.

### OBJETIVO

Desarrollar un material por medio de presentaciones digitales que sirva de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema de ácido-base comprendido en las materias impartidas por la Sección de Ciencia Básica así como en materias básicas de Licenciaturas del área Química

### METODOLOGÍA

Para la elaboración del material se consideraron los conceptos y temas de ácido-base que están comprendidos en los temarios de las asignaturas impartidas

por la Sección de Ciencia Básica. Se procedió a realizar una búsqueda de información en fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas y a efectuar un proceso de síntesis de la misma para poder brindar al estudiante presentaciones digitales de fácil comprensión.

### RESULTADOS PRINCIPALES

La propuesta que se desarrolla en este trabajo se fundamenta en posturas constructivistas de la enseñanza para favorecer el aprendizaje, en donde el estudiante se considera como un participante activo en el proceso implicado en la construcción de significado.

De manera particular se elaboró un material digital que busca apoyar a los estudiantes en la comprensión del tema de ácido-base considerado en materias básicas de licenciaturas del área Química, en particular las impartidas por la Sección de Ciencia Básica de la FES Cuautitlán.

La estructura del material considera:

- > Definición de ácidos y bases
- > Teorías
- > Efecto del agua en el pH y equilibrios ácido-base
- > Medición de pH
- > Fuerza de ácidos y bases
- > Valoraciones ácido-base

La característica principal es que se desarrollaron las presentaciones con la información de forma sintética, en un lenguaje sencillo y empleando en la medida de lo posible ilustraciones para ejemplificar los temas (figura 1).

El material incluye el tema de valoraciones, dando al alumno no solo los casos más representativos de estas, sino además el tratamiento matemático de manera desglosada a fin

de que comprenda como se simula una curva de valoración, así como el material necesario para llevarlas a cabo y la importancia en lo que a cuantificación de analitos se refiere (figura 2).

Es importante resaltar que se persigue brindar al alumno un apoyo que pueda ser consultado desde cualquier dispositivo electrónico siendo de esta manera acordes con las tendencias de búsqueda de información que en la actualidad emplean los estudiantes y proporcionándoles una fuente confiable de información.

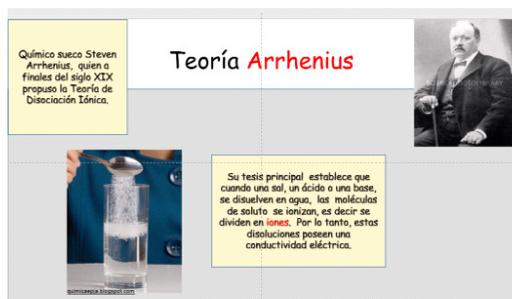


Figura 1. Ejemplo de presentación con teorías ácido-base

Inicio de valoración  
base fuerte- ácido fuerte

Para obtener el pH al equilibrio se plantea la siguiente ecuación:

$$pOH = -\log[OH^-]$$

donde:

$$[OH^-] = \left(\frac{CoVo}{V_T}\right)$$

entonces:

$$pH = 14 + \log\left(\frac{CoVo}{V_T}\right)$$

Figura 2. Ejemplo de presentación sobre valoraciones ácido-base

## REFERENCIAS

- [1] Ayres G. (1970). Análisis Químico Cuantitativo. México D.F.: Harla
- [2] Bard, A. J. (1970). Equilibrio Químico. México: Marper and Row.
- [3] Harris, D. (2007). Análisis químico cualitativo. 6ª ed. España: Reverté
- [4] Orozco, F. (1985). Análisis Químico Cuantitativo. México D.F.: Porrúa
- [5] Ramette, R. (1983). Equilibrio y Análisis Químico. E.U.A.: Fondo Educativo Interamericano
- [6] Skoog, D., West, D., Holler, F. & Crouch, S. (2005). Fundamentos de Química Analítica. 8va ed. México: Thomson.

## CONCLUSIONES

Se desarrolló un material que sirva de apoyo al estudiante para la comprensión del tema ácido-base, mediante presentaciones con un lenguaje sencillo, ilustradas y de fácil comprensión para el alumno, dicho material acorde al temario de las materias impartidas por la Sección de Ciencia Básica. Este material digital podrá ser de utilidad para asignaturas con temarios similares impartidas en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán así como en otras instituciones de educación superior, ya que este tema es básico en la formación de alumnos del área Química.

## AGRADECIMIENTOS

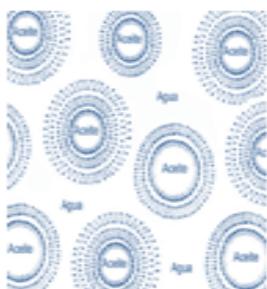
Se agradece el apoyo otorgado por el proyecto PAPIME con clave PE200517.



## Desarrollo de nuevas formulaciones para el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica II de la Licenciatura en Farmacia

R. Villalobos, S. Hernández, P. Pérez.

Sección de Tecnología Farmacéutica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,  
Av. 1° de Mayo s/n, Santa María las Torres Campo Uno, 54540 Cuautitlán Izcalli, Edo de México.



### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo propone nuevas prácticas de laboratorio de la asignatura de Tecnología Farmacéutica II de la Licenciatura en Farmacia. Estas nuevas presentaciones utilizan excipientes y principios activos disponibles en laboratorio de LEM-Farmacia. Fueron desarrolladas tres formas farmacéuticas semisólidas: gel de indometacina, óvulos de metronidazol y una pomada de sulfadiazina.

### ANTECEDENTES

La materia de Tecnología Farmacéutica II, es una asignatura impartida en el séptimo semestre de la Licenciatura en Farmacia de la FES Cuautitlán, la cual consiste de una parte teórica y una parte práctica. Esta asignatura tiene como fin brindar al alumno un enfoque industrial de los procesos de manufactura y desarrollo de las formulaciones farmacéuticas tanto líquidas como semisólidas.

### JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo del presente trabajo se busca beneficiar el aprendizaje del estudiante de la Licenciatura en Farmacia, y su futuro desempeño profesional. Brindándole al alumno una visión teórico-experimental general de las formas farmacéuticas estudiadas en dicha asignatura.

### OBJETIVO

Proponer y desarrollar nuevas prácticas de laboratorio de la asignatura de Tecnología Farmacéutica II de la Licenciatura Farmacia, utilizando la disponibilidad del inventario de excipientes y principios activos del laboratorio LEM-Farmacia.

### METODOLOGÍA

Una vez establecidas las presentaciones farmacéuticas a trabajar se procedió a seleccionar los principios activos y excipientes adecuados. Se obtuvieron propuestas de formulaciones a partir de fuentes bibliográficas.

Las formulaciones obtenidas fueron gel de indometacina[1][4], óvulos de metronidazol[2][5] y pomada de sulfadiazina[1][3].

A continuación se describen brevemente las formulaciones propuestas:

- 1.- Formulación de un gel farmacéutico con efecto antiinflamatorio para ser utilizado sobre la piel. El vehículo se presenta en forma de hidrogel compuesto por polietilenglicol y trietanolamina, gelatinizado por un proceso de neutralización de Carbopol 934. Como principio activo, se propone el uso de indometacina, un antiinflamatorio no esteroide (AINE).
- 2.- Se presenta la elaboración de una formulación de un producto farmacéutico (óvulos) con efecto antibacteriano, utilizado en el tratamiento de infecciones vaginales como: Vaginitis no especificada, Tricomoniasis. La base del óvulo es una mezcla de PEG'S de PEG 6000 y PEG 400, utilizando Metronidazol como principio activo.
- 3.-Formulación de un producto farmacéutico semisólido (pomada) con efecto bacteriostático para ser utilizado sobre la piel. La formulación de la pomada fue compuesta por una base de absorción de tipo emulsión agua en aceite, donde los agentes emulgentes son la lanolina, el Span 80 y el alcohol cetílico, preparado mediante método de fusión. Como principio activo, se propone el uso de sulfadiazina, un bacteriostático.

### RESULTADOS

Se tomaron en cuenta las características de las formas farmacéuticas elaboradas y se realizaron las evaluaciones de

calidad correspondientes. Obteniéndose los siguientes resultados:

*Tabla 1. Resultados obtenidos de gel de indometacina y pomada de sulfadiazina*

	GEL DE INDOMETACINA	POMADA DE SULFADIAZINA
<b>VISCOSIDAD (Cp)</b>	1037	3220
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA (g/ml)</b>	1.0256	0.8956
<b>pH</b>	6.0	6.5
<b>COLOR Y APARIENCIA</b>	Semisólido Amarillo transparente	semisólido Amarillo opaco, untuosa

*Tabla 2. Resultados obtenidos de óvulos de metronidazol*

OVULOS DE METRONIDAZOL	
<b>DUREZA PROMEDIO (g)</b>	1000
<b>PESO PROMEDIO (g)</b>	3.44
<b>COLOR Y APARIENCIA</b>	Semisólido graso, liso y blanco brillante

## CONCLUSIONES

- 1.- Se desarrollaron tres formas farmacéuticas semisólidas, utilizando el inventario de excipientes y principios activos disponible en el laboratorio de LEM-Farmacia.
- 2.- Las formas farmacéuticas desarrolladas enriquecerán el Manual de Prácticas de laboratorio de la asignatura Tecnología Farmacéutica II de la Licenciatura en Farmacia.
- 3.- Las formulaciones desarrolladas cumplieron con los atributos de calidad que se deseaban obtener según su fórmula farmacéutica.

## REFERENCIAS

- [1] VILAJATO, J. "Tecnología farmacéutica vol II: formas farmacéuticas", 2001, Editorial Síntesis. Madrid, España.
- [2] LOZANO M, CORDOBA D. "Manual de tecnología farmacéutica", 2012. Editorial Elsevier Barcelona, España.
- [3] LIEBERMAN, H., et al. The theory and practice of industrial pharmacy, 1986
- [4] GENNARO, (2003). "Remington Farmacia", Editorial Médica Panamericana, Decima Segunda Edición, Filadelfia, Estados Unidos.
- [5] ALLEN, I., MINK b., "Suppositories", Pharmaceutical press, 2008, United Kingdom.

## Química Agrícola

Cortez <sup>1</sup>, Martínez<sup>2</sup>, Zepeda<sup>3</sup>, Avila<sup>4</sup>, Ballesteros<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Químicas, Sección de Q. Inorgánica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Correo: <sup>1</sup>maky1998angel@gmail.com, <sup>2</sup>kramwooll@gmail.com <sup>3</sup>zeus.flores125@gmail.com

<sup>4</sup>gris\_a\_e@yahoo.com, <sup>5</sup>lidelebah@hotmail.com



### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los procesos físicos, biológicos y químicos en el suelo, conducen a la acumulación de sustancias nutritivas necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de las características químicas del agua, por lo que es importante determinar las propiedades básicas que sugiere el manual de química I y así poder tomar la decisión de qué tipo de cultivo puede sembrarse en ese suelo, o tratar de mejorarlo para la próxima temporada.

### ANTECEDENTES

El agua de riego y el suelo son considerados como recursos naturales de alta importancia para la subsistencia del ser humano, de ahí la importancia de mantener su productividad, por lo cual es necesario, más en ingeniería agrícola conocer, desarrollar e interpretar las técnicas adecuadas que nos permitan conocer el ámbito químico de estos, así como llevar a cabo un análisis adecuado, para que de este modo con ayuda de otras ciencias se puedan realizar modificaciones favorables en el suelo y agua, así como conservar y mejorar la productividad y preservar la composición de estos recursos sin perder los beneficios que nos otorgan.

### OBJETIVO

Analizar el suelo y agua de riego en base a sus características químicas.

Dar un manejo adecuado al suelo y el agua.

Buscar y aplicar fuentes confiables para el análisis de datos obtenidos.

### HIPÓTESIS

Se espera, basándonos en las características del lugar donde se obtuvo la muestra además de su aspecto, que tenga un pH ácido, con un porcentaje moderado de materia orgánica.

Se espera que la cantidad de bicarbonatos y de iones sulfatos presentes en el agua de riego, se encuentran por arriba de lo establecido por la Norma Oficial Mexicana de Aguas, dado las condiciones del lugar donde fue tomada el agua.

### METODOLOGÍA

Durante el semestre 2017-II se realizaron las prácticas programadas según el calendario de actividades de la asignatura de Química II para la carrera de Ingeniería Agrícola<sup>1</sup>. Algunas de las prácticas realizadas fueron:

- Conductividad Eléctrica en extracto de saturación y agua de riego.
- Determinación de carbonatos y bicarbonatos en agua de riego.
- Cationes canjeables y necesidad de cal.
- Determinación de materia orgánica.
- Determinación de aniones en agua de riego.

Las muestras de suelo que se tomaron para el estudio fueron superficiales, el agua de riego también se obtuvo del mismo lugar Cuautitlán, México (coordenadas de 19.67241.99.17615)

### RESULTADOS PRINCIPALES

Al realizar la determinación de conductividad eléctrica la cual nos indica la concentración total de sales minerales en un suelo (extracto de saturación) fue de 2.60 mS/cm y en el agua de riego es de: 1.80 mS/cm.

En la determinación de carbonatos y bicarbonatos, se observó que no se encuentran presente los carbonatos pero los bicarbonatos se encontró un valor de 2.98 meq/L.

El pH del suelo fue de 7.4

Al determinar cationes canjeables en el suelo se observa que la cantidad obtenida fue de 62 meq/100g, mientras que la necesidad de cal no fue obtenido debido a que el pH no era ácido, sino prácticamente neutro.

En la determinación de materia orgánica en el suelo fue de

30.53%, lo que favorece la disponibilidad de minerales esenciales.

Para las determinaciones de aniones en agua de riego se obtuvo 1246 meq/L de iones sulfatos y para iones cloruros el resultado fue: 0.18 meq/L.

## CONCLUSIONES

En base al análisis químico obtenido, los cuales fueron comparados con las Normas Oficiales Mexicanas, se puede concluir a partir del % de saturación del suelo podemos comprobar que el suelo es arcilloso, con un alto contenido sales, dado que el resultado de conductividad eléctrica fue elevado. El % de materia orgánica fue elevado debido a que es un suelo volcánico.

En lo que respecta al agua de riego la prueba para la determinación de carbonatos resultado ser negativa, pero positiva con un nivel alto para los bicarbonatos, mientras que en la cantidad de iones cloruros resulta ser prácticamente negativa (mínima cantidad) y los iones sulfatos con un elevado valor de meq/L.

## REFERENCIAS

- [1] A. A. Gómez, M. C. Cedillo, G. R. Delgadillo, Ma. F. León, (1985) Manual de laboratorio de Química I.
- [2] Diario Oficial de la Federación NOM-021-SEMAR-NAT-2000, recuperado el 13/05/2017
- [3] Diario Oficial de la Federación NOM-001-ECOL-1996, recuperado el 14/05/2017
- [4] Comisión Nacional de Agua, (2007, ed.) Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, recuperado el 14/05/2017



## El portafolio electrónico como herramienta para el aprendizaje de métodos numéricos

Carrillo, Teresa.

Programa de Matemáticas Aplicadas y Computación, Facultad de Estudios Superiores Acatlán.

Correo: [teresacr71@gmail.com](mailto:teresacr71@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN

Los alumnos de las asignaturas de métodos numéricos usualmente concentran su atención en la mecánica de los métodos (algoritmo) y no en el análisis numérico, en aspectos como el efecto de los diferentes tipos de error, las características del problema, las fortalezas y debilidades del método, por mencionar algunos. Para resarcir esta deficiencia en el aprendizaje de métodos numéricos y propiciar un aprendizaje significativo, se elaboró un portafolio electrónico que concentró la solución de diferentes problemas mediante métodos numéricos (los contemplados en el programa de la asignatura). Este e-portfolio debió cumplir ciertos requisitos (técnicos y pedagógicos) que obligaron al alumno a realizar un análisis previo de cada caso. Con la aplicación de dicho instrumento se pretende aumentar el interés por la materia, desarrollar habilidades digitales en el alumno además de disminuir el índice de deserción y de reprobación, y en conjunto lograr un aprendizaje significativo.

### ANTECEDENTES

Dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación existen dos cursos de métodos numéricos. Estas asignaturas son de las primeras en las que el alumno combina las materias de matemáticas (cálculo y álgebra) con las de computación. En un inicio, resulta bastante atractivo para el alumno ya que, finalmente, ve sentido y aplicación tangible a sus materias. Sin embargo, en poco tiempo, dada la naturaleza de la asignatura, se concentra en el algoritmo (cálculos numéricos) y en la elaboración de los programas; y pierde de vista la importancia del análisis numérico, por lo que terminan subvaluando la importancia de la asignatura.

Es en este sentido, se decidió emplear el uso del portafolio electrónico (e-portfolio) como una herramienta de aprendizaje en la que el alumno lleva a la práctica los métodos numéricos, mediante la solución de problemas. Asimismo, se pretende que con la elaboración del portafolio, el alumno autoevalúe su aprendizaje y analice con mayor detenimiento las situaciones en las que el análisis numérico representa una ventaja para la solución de problemas.

### OBJETIVO

El objetivo del proyecto lograr en el alumno un aprendizaje significativo de los contenidos de las asignaturas de métodos numéricos, mediante la elaboración de un portafolio electrónico de problemas de aplicación para lo que requiere un análisis detallado del comportamiento de cada método y de las posibles herramientas computacionales útiles para su solución; al mismo tiempo que realiza una autoevaluación de su aprendizaje y desarrolla habilidades tecnológicas para la publicación del portafolio en la nube.

### METODOLOGÍA

La enseñanza de los métodos numéricos representa un reto para el docente en el sentido de que el alumno no debe centrar su aprendizaje únicamente en la mecánica de los métodos sino en sus características para aplicarlos en situaciones reales de la vida profesional. Para ello se requiere de una estrategia que incorpore la reflexión sobre su proceso de aprendizaje [1], para lo cual se desarrolla un portafolio electrónico.

El portafolio educativo es un instrumento metodológico y una metodología educativa en sí misma lo que permite una

evaluación formativa del aprendizaje en el que se presentan de forma crítica y reflexiva el trabajo como una experiencia de aprendizaje [2].

El éxito de este tipo de estrategias depende en gran medida del entorno educativo diseñado por el profesor [3].

En este sentido, el principal factor que se desea aprovechar del portafolio es la reflexión que exige, ya que la persona que lo elabora tiene que pensar acerca de su proceso de enseñanza-aprendizaje y sobre cómo lo ha llevado a cabo. Este proceso reflexivo va unido a una autoevaluación, pensar sobre cómo se ha aprendido, aspectos positivos y negativos de ese proceso, por tanto, se produce un autoanálisis. El portafolio tiene que llevar de manera intrínseca una serie de acciones que puedan suponer una evaluación auténtica y una propia autoevaluación del proceso de enseñanza aprendizaje [1], para lo que se requiere seguir una metodología bien definida, la cual se describe a continuación.

Identificación del problema: Es frecuente que los alumnos realicen los cálculos matemáticos aplicando las fórmulas sin efectuar un análisis detallado del comportamiento de cada método, según la situación problemática abordada y los resultados obtenidos. Este análisis es de gran importancia para facilitar la comprensión y permitir un aprendizaje significativo, en beneficio de su uso en aplicaciones futuras [4].

Planificación de la acción: Antes de plantear a los alumnos el desarrollo del portafolio se realizaron las siguientes acciones:

- > Se desarrollaron materiales de apoyo para lo visto en clase y se pusieron a disposición en la plataforma Moodle del curso.
- > Se definieron los elementos con que deberá contar el portafolio.

Implementación: Al inicio del curso se explicó a los alumnos que se desarrollaría el portafolio a lo largo del semestre y que formaría parte de la evaluación cuantitativa. Y a lo largo del curso, las acciones fueron:

- > Exposición del método en clase.
- > Resolución de dos problemas-ejemplo, uno el profesor y otro los alumnos.
- > Elaboración del algoritmo-programa.
- > Presentación del problema para el portafolio.
- > Reflexión sobre la conveniencia del método y de la herramienta para resolverlo (hoja de cálculo, aplicación de cálculo simbólico o un programa).
- > Análisis y elección de la herramienta para publicación del portafolio.

Evaluación: Esta etapa constará de

- > Publicación del e-portfolio.
- > Evaluación en lo referente a la solución específica del problema (solución correcta).
- > Autoevaluación: Cada alumno reflexiona sobre su aprendizaje, sus fortalezas y áreas de mejora.
- > Aprendizaje del aprendizaje: A través de una entrevista se acuerda con el alumno el nivel de aprendizaje adquirido.

## RESULTADOS PRINCIPALES

A pesar de que el proyecto aún se encuentra en proceso, se han podido percibir algunos elementos como resultado de él:

- > El alumno trabaja de forma constante la solución de los problemas.
- > Se presenta un intercambio de ideas entre los alumnos para la solución y/o presentación de los problemas.
- > Los alumnos exploran y comparan herramientas computacionales.
- > De forma colaborativa, los alumnos investigan herramientas para publicación del portafolio, entre las que destacan Google Drive, Scribd y Prezi.
- > De esta manera se forma al alumno en el uso de tecnologías como apoyo para el análisis numérico.

## CONCLUSIONES

Los portafolios electrónicos aparecen como una posibilidad muy interesante, tanto como instrumento de motivación del razonamiento reflexivo, como en lo que respecta a sus posibilidades en el ámbito de los recursos para los alumnos, o también como herramienta de evaluación, e incluso como herramienta para la formación permanente del profesorado [1].

## REFERENCIAS

- [1] M. P. Prendes Espinosa y M. d. M. Sánchez Vera, «Portafolio electrónico: posibilidades para los docentes,» Pixel-Bit. Revistas de medios y educación, pp. 21-34, 2008.
- [2] E. Barberá Gregori y E. de Martín Rojo, Portafolio electrónico: aprender a evaluar el aprendizaje, Barcelona: Editorial UOC, 2009.
- [3] M. Ascheri y R. Pizarro, «Uso de tecnología en la enseñanza-aprendizaje de temas de cálculo numérico,» 2006. [En línea]. Available: <http://funes.uniandes.edu.co/5723/>.
- [4] R. Pizarro y M. Ascheri, «Diseño e implementación de un software educativo en cálculo numérico,» Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, pp. 39-46, 2009.



## Diseño de un simulador interactivo de desarrollo de PyMEs para la enseñanza y aprendizaje de la mercadotecnia. (Parte 1)

Alvaro Enrique Lima-Vargas<sup>1\*</sup>, Suemi Lima Vargas<sup>3</sup>, Adolfo. Obaya<sup>2</sup>, Iván García Lopez<sup>1</sup>, Ricardo Olvera Boero<sup>1</sup>, Salvador Alva Perez<sup>1</sup>, Arturo Tapia Gallegos<sup>1</sup>, y Jaime Navarro-Mejía<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Administrativas, FESC Cuautitlán Campo 4 UNAM, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Químicas, FESC Cuautitlán Campo 1 UNAM, <sup>3</sup>VLASA, Ébano #34 Fracc. San Rafael Tlalnepantla

Correo: [alvarolima60@yahoo.com](mailto:alvarolima60@yahoo.com)

### INTRODUCCIÓN



Actualmente en México las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) ocupan el 97% de las Unidades Económicas y generan el 43% del empleo. En la FES Cuautitlán, en la carrera de informática se imparte la asignatura de mercadotecnia a los estudiantes de 4° semestre, la bibliografía del curso, en su mayoría son textos teóricos, con referencias y casos de estudio enfocados mayormente en marcas de empresas grandes extranjeras. Debido a la relevancia de la PyMES en la economía mexicana, en este trabajo se hace una propuesta para el estudio de desarrollo de negocios de las PyMEs, mediante el diseño de un Simulador Integral Para la Enseñanza y Aplicación de la Mercadotecnia (SIPEAM), para los estudiantes de mercadotecnia en la carrera de informática. El sistema se desarrolló en lenguaje de programación JAVA, e incluye una evaluación de conocimientos teóricos y otra de aplicación de los mismos para el desarrollo de una PyME seleccionada.

### ANTECEDENTES

En la carrera de Informática de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM), en el cuarto semestre se imparte la asignatura de mercadotecnia como curso obligatorio, la asignatura tiene como objetivo introducir a los estudiantes a 10 tópicos fundamentales de la mercadotecnia, (Historia, Consumidor, Sistemas de Información, Planeación, Producto, Precio, Distribución, Promoción, Fuerza de Venta y Tópicos Adicionales de la Mercadotecnia). Para la enseñanza de los tópicos de la asignatura el programa de estudios sugiere 6 didácticas: Exposición Oral, Exposición Audiovisual, Actividades prácticas dentro de clase, Ejercicios fuera del aula, Lecturas y Trabajos de Investigación. Cabe mencionar que, que los libros de texto utilizados como bibliografía para el curso son en su mayoría con ejemplos teóricos, con referencias y casos de estudio enfocados mayormente en marcas de empresas grandes y provenientes de Estados Unidos de América (EUA), tales como Wal-Mart, Gatorade, Quaker entre otras. [1] [2] Cabe hacer notar que, según el censo 2014 realizado por el INEGI a las Micro, Pequeñas, Medianas (PyMEs) y Grandes Empresas, que las PyMEs ocupan el 97% de las Unidades Económicas en México y generan el 43% de los empleos. [3]

Por lo anterior surge la necesidad de integrar casos de estudio o estrategias didácticas que incluyan a las PyMEs.

En este trabajo se diseña un Sistema el cual introduce a los estudiantes a los tópicos del plan de estudios de la materia de Mercadotecnia en la carrera de Informática de FES Cuautitlán UNAM, mediante un simulador interactivo, en el cual los estudiantes podrán aplicar los conceptos aprendidos en la materia, desarrollando una PyME. [4]

### OBJETIVO

Desarrollar un sistema por medio de la programación Java, en cual contenga elementos teóricos así como un simulador interactivo de negocios PyMEs, para la enseñanza y aprendizaje de la mercadotecnia.

### METODOLOGÍA

El sistema se desarrolló en lenguaje de programación JAVA, uno de los lenguajes de programación más populares de los últimos veinte años, además para su funcionamiento óptimo requirió de una base de datos; ha sido asimismo desarrollado en el entorno de Netbeans.(Figura 1)

El sistema se desarrollo en 2 etapas (Teórica y Práctica), en la etapa teórica, se desarrolló un cuestionario general, que

incluye todos los tópicos del programa de la asignatura. Para el cuestionario se elaboraron 500 reactivos de opción múltiple, de los cuales corresponden un promedio de 50 reactivos por tópico. Los reactivos se dividieron en 3 bloques: el bloque 1 corresponde a los temas 1, 2 y 3, el bloque 2 a los temas 4, 5 y 6 y el bloque 3 a los temas 7, 8, 9 y 10 del programa de estudios. Posteriormente se diseñaron 5 exámenes con 30 reactivos por bloque, dando un total de 15 exámenes.

Adicionalmente, en esta etapa se asignaron valores numéricos a las posibles calificaciones de los bloques en un rango del 0 al 10, dichos valores serán representados por cantidades de dinero virtual los cuales oscilan entre \$0 y \$50,000 pesos por bloque, teniendo un máximo de \$150,000 pesos por estudiante, que se utilizarán en la siguiente etapa práctica (Simulación de Negocios PyMEs), para la apertura de un negocio Pyme, en la cual los estudiantes mediante una simulación de un mercado potencial, utilizarán el dinero virtual y aplicarán los conceptos de mercadotecnia obtenidos en la materia para satisfacer las necesidades solicitadas por el mercado. Para la etapa de Simulación de Negocios PyMEs se conceptualizó un mercado meta de 100,000 habitantes, divididos por género (Hombre, Mujer) y por edades, las cuales van de 0 a 90 años y se dividen en 8 intervalos (0 a 5 años, 6 a 12 años, 13 a 18 años, 19 a 24 años, 25 a 35 años, 36 a 50 años, 51 a 70 años y + 71 años). También, se calculó el consumo promedio mensual de este mercado meta, que debe oscilar entre los 1,8 millones y 2 millones de pesos en productos farmacéuticos.

Por último, se diseñaron las imágenes y logos correspondientes a la portada y los fondos de pantalla del Sistema Integral para la Enseñanza y Aplicación de la Mercadotecnia (SIPEAM).

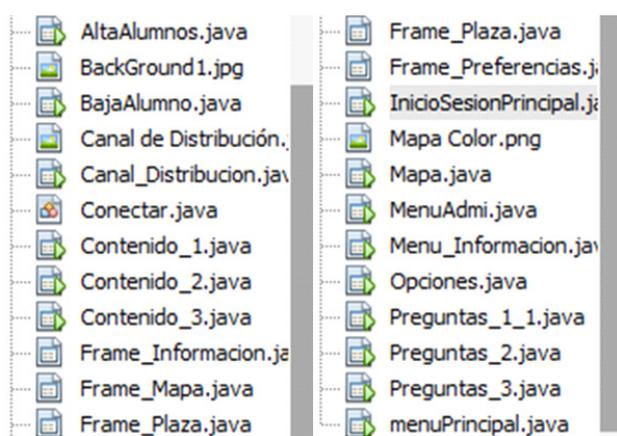


Figura 1. Programación Java

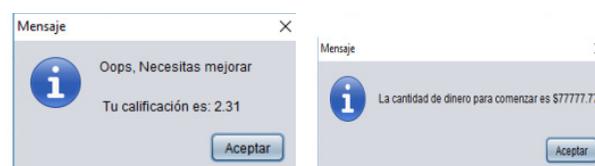
## RESULTADOS PRINCIPALES

El Sistema obtenido se describe a continuación:

- 1.- En la parte 1 el docente (Administrador) entra al sistema, en el cual se captura los datos del estudiante (Nombre, No. Cuenta, Correo) y genera una contraseña individual.
- 2.- En la parte 2 el docente, da de alta o baja a los estudiantes para permitirles utilizar su contraseña para ingresar al sistema.

3.- En la parte 3 los estudiantes que han sido dados de alta en el sistema inician sesión con su número de cuenta y contraseña, lo cual les da acceso a los 3 bloques de preguntas, al ingresar a los bloques aparecerá un examen del bloque de manera aleatoria, el cual los estudiantes tendrán que resolver.

4.- En la parte 4 los estudiantes, al terminar la aplicación del cuestionario, seleccionarán la opción de calificar y en consecuencia el sistema indicará el estado de la respuesta, adicionalmente el sistema arroja automáticamente una ventana emergente en la cual sale su calificación, asimismo el cuestionario resuelto se almacena en el sistema. En función del resultado de su evolución les es asignada una cantidad de dinero virtual para iniciar una PyME en la etapa 2.



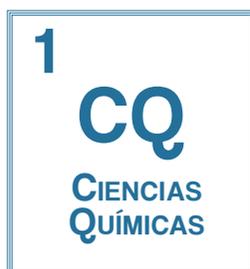
## CONCLUSIONES

Se logró desarrollar un sistema por medio de la programación Java, en cual contiene elementos teóricos, así como un simulador interactivo de negocios PyMEs, para la enseñanza y aprendizaje de la mercadotecnia, el cual realiza una evaluación teórica de todos los tópicos de la materia de mercadotecnia de la carrera de Informática de la FES Cuautitlán UNAM.

La parte práctica del simulador de negocios PyME, será evaluada durante el semestre 2018-I.

## REFERENCIAS

- [1] FESC Cuautitlán (2016), Plan de Estudios de la carrera de Informática. FESC Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/informatica/descargas/semestre4/merca.pdf>
- [2] Lamb (2006) Fundamentos de Marketing, México, Editorial Thomson.
- [3] INEGI (2015), Censo Económico 2014
- [4] Granados Romero, John (2015) Las TIC, TAC, TEP, como instrumento de apoyo al docente de la Universidad del siglo XXI. <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4009/1/VE14.167.pdf>



## Experimentar la formación del anaranjado de metilo y caracterizarlo mediante la espectroscopia infrarroja teórica

Amellali.Pérez Castro; Hugo.Evangs Campos; Ángel Arturo Rodríguez Rivera; Juan Mateo Flores; Lidia Elena Ballesteros Hernández; Judith.García Arellanes; María Olivia Noguez Córdova; María Inés. Nicolás Vázquez  
 Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1,  
 Universidad Autónoma de México, Edificio L1-122 Av. 1ro de mayo s/n esquina con avenida del vidrio Col. Santa María de las torres, Cuautitlán Izcalli estado de México, C.P. 54740 Tel. 56232056  
 Correo: nicovain@yahoo.com.mx

### INTRODUCCIÓN



El alumno egresado de educación superior enfrenta nuevos retos de oferta y demanda, encarando grandes problemas tales como elegir, analizar y emplear la información, investigar y generar procesos y técnicas innovando los existentes, que hacen evidente la necesidad de un aprendizaje distinto y permanente.

El desarrollo y promoción de las nuevas tecnologías, en la actualidad, amplían fronteras y transfiguran ya el proceso de enseñanza-aprendizaje. En ese sentido, el área química no es la excepción, es posible vincular la formación de un colorante azoico que requiere de una síntesis experimental a través de una reacción de diazotación, y simultáneamente caracterizarlo utilizando un software educativo que determine su espectro de infrarrojo teórico, obteniendo así, simultáneamente, un análisis cualitativo y cuantitativo de la esta especie química.

De esta forma, el alumnado, contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con información reportada en la literatura, comunica sus conclusiones, a la par que utiliza las tecnologías de la información para investigar, resolver problemas y caracterizar especies químicas.

### ANTECEDENTES

Este trabajo se inició con la finalidad de mejorar los conocimientos prácticos de laboratorio de química orgánica en relación al grupo funcional amina, así como la iniciación en el ámbito del espectro de infrarrojo, el cual permitirá desarrollar habilidades en el uso de un software de química teórica para predecir algunas propiedades. En este proyecto se planteó un mecanismo de reacción a partir de una amina generando un azocompuesto al cual se le calculó teóricamente su espectro de infrarrojo para realizar una caracterización teórica del producto de la reacción.

En un escenario real donde se cuente con equipo para determinar la espectroscopia infrarroja de una especie química, los fotones de radiación infrarroja son absorbidos por los enlaces de una molécula pasando a niveles vibracionales superiores. Cada tipo de enlace absorbe radiación infrarroja a una frecuencia distinta, lo que permite determinar que tipo de grupos funcionales posee la molécula en estudio, en este caso el anaranjado de metilo presenta las siguientes funcionalidades: grupo amino, grupo azo, sulfato. Los azocompuestos son grupos de nitrógeno unidos por un doble enlace a un segundo nitrógeno con grupos alquilo o arilo, cuyas bandas de absorción en el espectro son muy

características e inconfundibles.

La inexistencia de esta infraestructura dentro de nuestros laboratorio de docencia en las áreas químicas, conduce a emplear alternativas para la obtención de espectros de infrarrojo, que aunque teóricos, permiten practicar con ellos, la modelación molecular, la identificación de funcionalidades, interpretación del espectro y visualizar los modos vibracionales de forma animada, cuya una finalidad es la de introducir una nueva cultura académica, en la que se promueva el desarrollo de las habilidades propias que nos ofrecen los recursos tecnológicos, que permiten acercarnos al conocimiento.

### OBJETIVO

Sintetizar experimentalmente el colorante azoico (4-sulfonil-4'[N,N-dimetil]azobenceno) y caracterizarlo a través de una técnica espectroscópica (infrarrojo) a nivel teórico con la finalidad de visualizar que pasa a nivel molecular e ilustrar una reacción de diazotación.

### METODOLOGÍA

Se empleó el software químico Gaussian 09 y GaussView 02 como visualizador, la molécula de anaranjado de metilo fue optimizado empleando HarteeFock y el conjunto de

funciones base STO-3G(B). A este mismo nivel fueron determinada la propiedad espectroscópica.

Experimentalmente se sintetizó el anaranjado de metilo, bajo el esquema del diagrama ecológico de la Figura 1 y con las propiedades que lo caracterizan (Imagen 3).

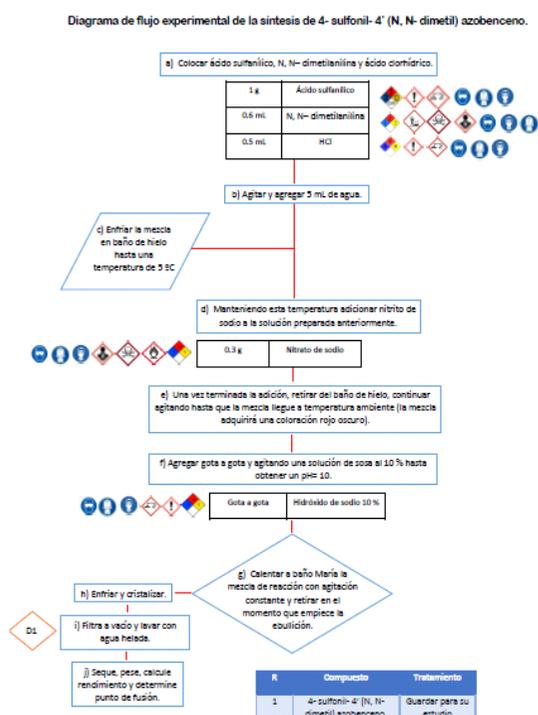


Figura 1. Diagrama de flujo ecológico de la síntesis del anaranjado de metilo.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La reacción de diazotación tiene lugar entre una amina primaria aromática y  $\text{NaNO}_2$  en presencia de  $\text{HCl}$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , para formar una sal de diazonio. Estos compuestos son indispensables intermedios para la formación de pigmentos azo (Imagen 1).

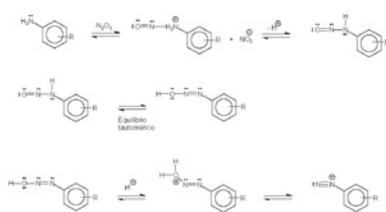


Imagen 1. Mecanismo de diazotación

La cantidad de  $\text{NaNO}_2$  es la estequiométrica, pero el  $\text{HCl}$  debe estar en exceso para prevenir la diazotación parcial y condensación. Si la diazotación ocurre satisfactoriamente, la amina debe encontrarse en disolución acuosa ácida. Una vez formada, la sal diazonio no se aísla y debe ser utilizada rápidamente en la etapa siguiente, puesto que las reacciones de diazotación generalmente son exotérmicas y las sales de diazonio se descomponen con facilidad si no se enfría el sistema y se las hace reaccionar en el tiempo establecido. En condiciones apropiadas las sales de diazonio pueden reaccionar como reactivos electrofílicos en sustituciones aromáticas para dar productos llamados compuestos azo. A esta reacción se le conoce como reacción de copulación (Imagen 2).

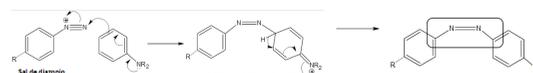


Imagen 2. Mecanismo de copulación

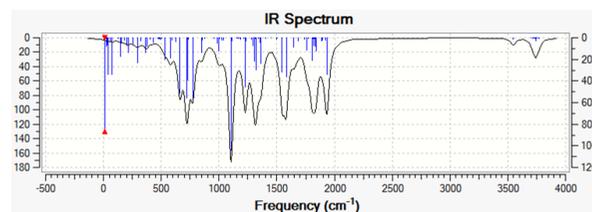


Gráfico 1. Espectro de la frecuencia infrarroja vs longitud de onda.

Por otro lado, a molécula presenta 35 átomos distintos y un total de 102 movimientos vibracionales entre los átomos (Gráfico 1) pero los de mayor importancia son los grupos que no son cadenas hidrocarbonadas, grupos que contienen uniones con otros átomos (N, S, O). Como se muestra en la Figura 2, 3 grupos funcionales importantes los cuales son el grupo azo, amino y sulfito los cuales generaron 8 modos vibracionales importantes que por medio de las animaciones en el programa de computadora se puede confirmar si es una vibración de estiramiento, flexión o de tensión lo cual facilita la identificación del compuesto.

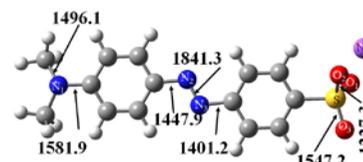


Figura 2. Relación de los principales modos vibracionales según su grupo funcional.

## CONCLUSIONES

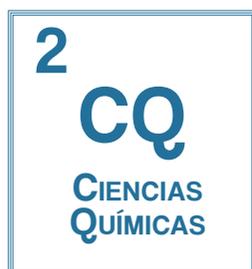
Se sintetizó experimentalmente el colorante azoico (4-sulfonil-4'-[N,N-dimetil]azobenceno) y también se caracterizó a través de una técnica espectroscópica a nivel teórico (infrarrojo) con la finalidad de verificar los modos vibracionales y de ilustrar una reacción de diazotación y elucidarla con una TIC; cuyas bases de datos, herramientas de visualización, modelos dinámicos, etc, son claves para comprender y valorar el impacto de las TIC sobre la enseñanza-aprendizaje.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al apoyo super computadora Miztli-DGTIC-UNAM: LANCAD-UNAM-DGTIC-165 y PAPIIME PE203417.

## REFERENCIAS

- [1] Day, R., Underwood A. (1989) Química analítica cuantitativa, 5 ed. México D.F Prentice-Hall, Hispanoamericana.
- [2] Experimentos alternos [depa.fquim.unam.mx/amyd](http://depa.fquim.unam.mx/amyd) recuperado del día 25/04/2017
- [3] Espectroscopia infrarroja y vibraciones moleculares. <https://tripenlace.com/2012/12/29/espectroscopia-infrarroja-i-vibraciones-moleculares/> recuperado del día 25/04/2017
- [4] Espectroscopia infrarroja. [www.quimicaorganica.org/espectroscopia-infrarroja.html](http://www.quimicaorganica.org/espectroscopia-infrarroja.html) recuperado del día 24/04/2017

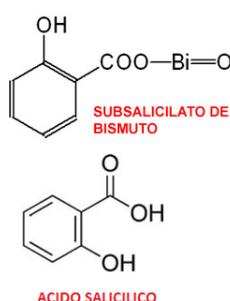


## Propuesta de un método alternativo para la cuantificación de ácido salicílico libre en subsalicilato de bismuto por electroforesis capilar

Elizabeth Montserrat Zárate Naranjo y Alma Luisa Revilla Vázquez

Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, FES-Cuautitlán, UNAM. Av. Primero de Mayo, S/N, Cuautitlán Izcalli, 54740, Edo. México Tel:56232003.

Correo: [zarate.naranjo.e.m.@gmail.com](mailto:zarate.naranjo.e.m.@gmail.com), [almarv@unam.mx](mailto:almarv@unam.mx)



### INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se implementó y validó un método analítico por electroforesis capilar para la cuantificación de ácido salicílico libre en subsalicilato de bismuto (materia prima) con el fin de proponer una metodología alternativa a la reportada en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 11ª edición, que reporta dicha cuantificación por cromatografía de líquidos de alta resolución.

### ANTECEDENTES

La Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) es el documento expedido por la Secretaría de Salud que consigna los métodos generales de análisis y los requisitos sobre identidad, pureza y calidad de los fármacos, aditivos, medicamentos, productos biológicos y biotecnológicos. Los métodos analíticos oficiales tienen el objetivo de ayudar a los laboratorios de calidad a cumplir con las normativas vigentes [1]. Cualquier análisis en el laboratorio puede incluir diversas dificultades que influyen significativamente en los resultados: estos factores pueden ser desde la toma de muestra, el transporte, pérdida o ganancia de los analitos, interferencias o ruido instrumental, error humano, etc. Todas estas causas dificultan la labor del analista generando resultados no confiables a la hora de identificar o cuantificar cualquier analito. La mejor opción de solucionar dichos problemas, es un proceso de medición bien diseñado y ejecutado, así se certifica la calidad de los datos [2,3].

En la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 11ª edición, se plantea la cuantificación de Ácido Salicílico (AS) libre en subsalicilato de bismuto (materia prima) por Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (CLAR), siendo el único método, los laboratorios se deben seguir dicha metodología para dicha materia prima, la cual es utilizada en formulaciones farmacéuticas como jarabe o tabletas, con el propósito de ayudar en el tratamiento de la acidez estomacal.

La electroforesis capilar es una técnica relativamente nueva de separación y análisis de compuestos químicos [3-4]. Durante los últimos años se ha podido ob-

servar una mayor aceptación y uso de dicha técnica que se ve reflejada en el número de artículos publicados. Es una técnica muy útil y beneficiosa para varios tipos de analitos y matrices debido a sus propiedades [5]; tiene ventajas muy marcadas con respecto a otras técnicas competitivas, como son:

- Alta eficiencia de separación
- Alta selectividad
- Tiempos de análisis cortos
- Bajo o nulo consumo de disolventes
- Requiere pequeñas cantidades de muestra

### OBJETIVO

Desarrollar y validar un método analítico para cuantificar ácido salicílico libre en subsalicilato de bismuto por la técnica de electroforesis capilar a fin de proponer una metodología alternativa a la reportada en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

### METODOLOGÍA

Se empleó un equipo de electroforesis capilar P/ACE MDQ, (Beckman Coulter, USA), con detector de arreglo de diodos DAD y empleando el software 32 KARAT.

Las condiciones óptimas

Capilar de sílice fundida de 40cm de longitud total y 50µm de d.i., usando búfer de boratos 100 mM a pH 10 como electrolito soporte. La inyección es hidrodinámica: 0.5 psi por 5 segundos. El voltaje de separación es de 25 kV y la detección se efectuó a 205 nm. El tiempo de lavado entre

corridas fue de cinco minutos con solución búfer.

Tratamiento de la muestra

Preparación de la muestra: pesar 140 mg de la muestra a un tubo de centrifuga, agregar 7 mL de agua desionizada, agitar mecánicamente durante 30 min y centrifugar. Decantar el sobrenadante en un vaso de precipitados. Agregar nuevamente 7 mL de agua desionizada al precipitado, agitar, centrifugar y decantar, mezclar los líquidos decantados. Filtrar el líquido resultante a través de un filtro de porosidad de 0.5  $\mu\text{m}$  o menor, recolectar el filtrado en un matraz volumétrico de 20 mL y añadir 3 mL de acetaminofenol 0.59418 mg/mL. Lavar el recipiente y filtrar colectando en el mismo matraz volumétrico. Llevar al volumen y mezclar

Estandar interno

Se añadió 3 mL de solución de acetaminofenol a 0.59418 mg/mL a cada sistema de la curva tanto como a la muestra.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Durante el desarrollo del método se evaluaron y establecieron diferentes parámetros instrumentales (voltaje aplicado, temperatura, diámetro y largo del capilar) así como parámetros relacionados con el electrolito soporte (composición, pH y concentración), ya que en conjunto determinan el tiempo de migración del analito, así como la confiabilidad de los resultados

Una vez seleccionadas las condiciones electroforéticas óptimas, se realizó la cuantificación de ácido salicílico libre a través de una curva de calibración con estándar interno, a fin de disminuir el error presente en la introducción de las soluciones, debido al cambio de viscosidad entre los estándares y la muestra. El tiempo de migración del ácido salicílico es de 4.5 min y la curva de calibración presenta una tendencia lineal en el intervalo de 0.01-0.06 mg/mL, con una  $r^2=0.995$ .

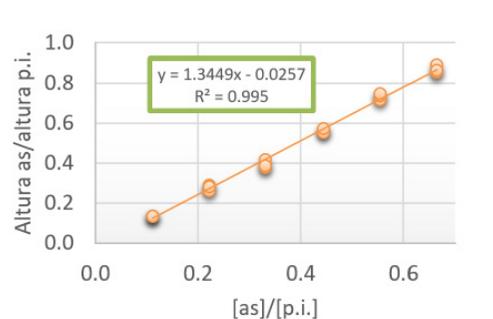


Figura 1. Curva de calibración para el ácido salicílico.

Se realizó la cuantificación de ácido salicílico libre, en una muestra comercial de subsalicilato de bismuto, materia prima, empleando el método reportado en la FEUM, 11ª Edición (CLAR) y el método desarrollado a fin de comparar los resultados (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la cuantificación de ácido salicílico libre en subsalicilato de bismuto para una misma muestra.

Materia prima (mg)	Método	Ácido salicílico libre (%)
260	CLAR	0.4690 $\pm$ 0.0138
104	ECZ	0.4144 $\pm$ 0.0021

Como se observa en la tabla 1, los resultados obtenidos, de un análisis por triplicado, son estadísticamente similares, lo cual es indicativo de que ambas metodologías pueden ser comparables y empleadas para un mismo fin.

## CONCLUSIONES

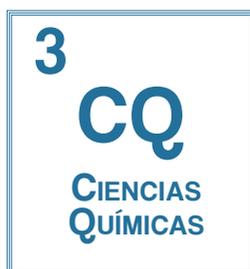
Se desarrolló una metodología por electroforesis capilar que permite la cuantificación de ácido salicílico libre en materia prima. La cuantificación de la misma muestra por ambas metodologías (EC y CLAR) dio resultados estadísticamente similares y se está validando para entregar la evidencia a la FEUM y así poder proponerse como método alternativo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la UNAM DGAPA al proyecto PAPIME PE205416, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial.

## REFERENCIAS

- [1] Comisión Permanente de la FEUM. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Salud. 2014.
- [2] Sierra Alonso, Isabel, et al. Análisis instrumental. España : NETBIBLO, 2010. Vol. 1.
- [3] Longo, Dann L. and Fauci, Anthony S. Harrison: Principios de Medicina Interna. 18. China : MC GRALL HILL, 2021.
- [4] Deyl, Zdenk. Capillary Electrochromatography. ELSEVIER, 2001.
- [5] Fernández G., Alberto and Segura C., Antonio. Electroforesis capilar. Aproximación según la técnica de detección. España, 2005.

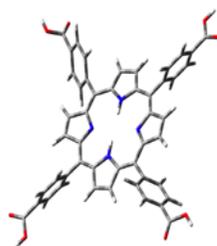


## Inclusión de la 5,10,15,20-[tetra(para-carboxi)fenilporfirina], [H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP], en microemulsiones para su liberación transdérmica

R.Quiroz, A. Ganem

Laboratorio de investigación y posgrado en tecnología farmacéutica, L-322,  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán C1, UNAM.

Correo: [irisyahel@hotmail.com](mailto:irisyahel@hotmail.com)



Estructura de la base libre  
H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP,  
C<sub>48</sub>H<sub>30</sub>N<sub>4</sub>O<sub>8</sub>.

### INTRODUCCIÓN

Durante tres décadas a la fecha, se han utilizado porfirinas para el tratamiento del cáncer y algunas afectaciones de la piel en terapia fotodinámica (TFD). Dos de los retos que se presentan al utilizar porfirinas en TFD es su administración y dosificación. En la actualidad existen sistemas comerciales que permiten su administración de manera tópica o parenteral. En este proyecto de investigación se desarrolló una metodología para la incorporación de una porfirina modelo, la base libre 5,10,15,20-[tetra(para-carboxi)fenilporfirina], en microemulsiones como una alternativa para su administración. En dichos sistemas se obtuvo una tasa de inclusión de 29 mg /mL, superando la dosis de administración del Photofrin®.

### ANTECEDENTES

Las bases libres de porfirinas, al presentar fluorescencia roja en el intervalo que se extiende desde 600 a 730 nm, han sido estudiadas exhaustivamente como fotosensibilizadores en terapia fotodinámica (TFD), obteniéndose buenos resultados en el tratamiento de diferentes tipos de tumores malignos, además de que, algunas especies también poseen actividad antibacteriana [1].

En terapia fotodinámica, además de la importancia de la capacidad de las porfirinas de producir agentes súper oxidantes, el vehículo de liberación de dichas especies juega un papel preponderante, ya que las porfirinas son por lo general moléculas poco solubles en agua, y tienden a formar agregados en solución acuosa [2], por lo que resulta conveniente incorporarlas a sistemas para incrementar su biodistribución.

Una buena alternativa para aumentar la biodisponibilidad de las porfirinas resultan ser las microemulsiones. Dichos sistemas son efectivos para la liberación transdérmica de fármacos, debido a que su composición y tamaño de glóbulo favorecen el transporte transcutáneo y la cesión gradual del fármaco [3].

### OBJETIVO

Determinar los componentes adecuados para la preparación de microemulsiones que permitan una óptima incorporación de la base libre 5,10,15,20-[tetra(para-carboxi)fenilporfirina].

### METODOLOGÍA

Se sintetizó la base libre 5,10,15,20-[tetra(para-carboxi)fenilporfirina], [H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP], a partir de pirrol y 4-carboxibenzaldehído benzaldehído en una relación 4:4, mediante la combinación de la reacción de Rothermund para sintetizar porfirinas meso-tetrasustituidas [4] y el método Adler (figura 1). El avance de la reacción se monitorizó con espectroscopia de absorción en la región UV-Vis del espectro electromagnético.

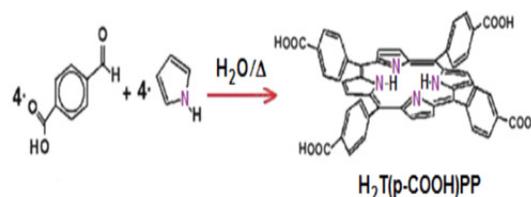


Figura 1. Reacción de Rothermund.

Se realizaron pruebas de solubilidad de la especie H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP en una serie de excipientes (oleosos, tensoactivos y cotensoactivos) para determinar los componentes que conformarían las microemulsiones.

Con los componentes elegidos se construyeron diagramas ternarios para definir las proporciones de cada uno de ellos en las microemulsiones, para después realizar pruebas de solubilidad de la porfirina en estas.

La tasa de inclusión de la porfirina en las microemulsiones se determinó también por espectrofotometría.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La base libre H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP sintetizada posee un espectro de absorción característico, el cual se muestra en la figura 2. La banda más intensa, a 415 nm, fue utilizada para determinar la cantidad de porfirina que se solubilizó en cada una de las pruebas.

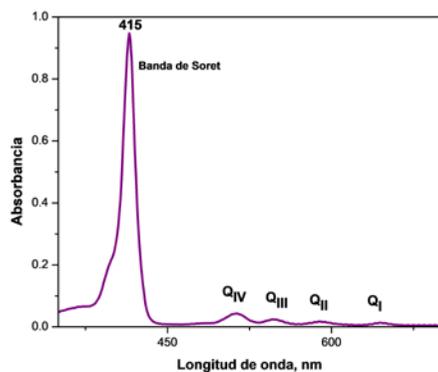


Figura 2. Espectro de absorción de la base libre H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP.

Los excipientes adecuados para la formulación de las microemulsiones fueron Capryol 90 (como fase oleosa), Labrasol (tensoactivo) y Transcutol® (cotensoactivo). Las proporciones de cada uno de los excipientes que conformaron las microemulsiones, y que permitieron la mayor tasa de inclusión de la porfirina (tabla 1).

**Tabla 1. Conformación de las microemulsiones y tasa de inclusión**

L/T* (1:2)	Capryol 90	H <sub>2</sub> O	Tasa de inclusión (mg/ml)
0.6	0.3	0.1	29.01 ± 0.02

\*L/T se refiere a la mezcla del tensoactivo y cotensoactivo, en una proporción 1:2.

## CONCLUSIONES

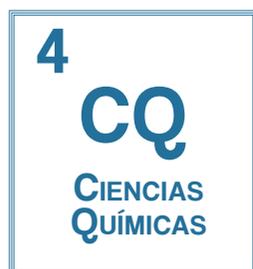
La formulación de la microemulsión desarrollada permitió la inclusión de 29 mg de H<sub>2</sub>T(p-COOH)PP/mL de microemulsión, cantidad que resulta adecuada tomando en cuenta que presentaciones comerciales como el Photofrin® administran 25 mg/ml de solución.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos enormemente la beca otorgada por DGAPA para el desarrollo de esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] J. P. A. Marijnissen., W. M. Star, *Lasers Med. Sci.* 2 (1987) 235.
- [2] G. Oenbrink, P. Jurgenlimke, D. Gabel, *Photochem. Photobiol.* 48 (1988) 451.
- [3] A. Kogan, N. Garti, *Advances in Colloid and Interface Science* 123-126 (2006) 369.
- [4] P. Rothemund, *J. Am. Chem. Soc.* 61 (1939) 2912.
- [5] CÁNCERES.INFO  
<http://cancer.es.info/?farmaco=porfimer-sodico>



## Importancia e implementación de un sistema de control de calidad en un laboratorio

Patricia Jeane Domínguez Quiñones, Alberto Puga Eduardo, Ana Mónica Morales Robles, Ivonne Abigail Peña Hernández, Diana Patricia Ríos Cuevas, Erika Torres Ramírez  
 Departamento de Ciencias Químicas, Sección de Química Analítica  
 Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1  
 Correo: paty.jeane.fesc@gmail.com, eap.95@hotmail.com, anita\_monica@hotmail.com, ivonne.1310@hotmail.com, liebeth\_kaulitz@hotmail.com, erika.suju41@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

El aseguramiento de la calidad en todo sector productivo es muy importante, ya que permite cumplir expectativas, minimizar errores y en este caso encargarse de mantener este control en los laboratorios (Sección de Química Analítica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1). Realizamos revisiones semanales en las áreas de trabajo, evaluamos según criterios establecidos y a partir de ellos se corrigen las fallas encontradas, al acudir con el personal responsable.

En el presente trabajo se explicará cómo influyen algunos de los aspectos tomados en cuenta para la aplicación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) en un laboratorio, en este caso a nivel licenciatura.

### ANTECEDENTES

El implementar un sistema de gestión de calidad (SGC) en cualquier área de trabajo genera diversas reacciones por partes de las personas que tendrán que cumplir con lo establecido por dicho sistema. Ante la existencia de una SGC habrá personas que se encuentren escépticas y otras más que se rehúsen a seguir lo estipulado por dicho sistema.

El Control de Calidad en el Laboratorio tiene el propósito de permitir efectuar el seguimiento de todo proceso de realización de los análisis, permitiendo tomar medidas correctivas, de manera permanente, para lograr obtener resultados, con un nivel de precisión y exactitud.

Es necesario elaborar algún estandarte que confirme que nuestra actividad se atiene a unas normas de calidad estable a unas normas de calidad establecidas; dichas Normas especifican los requisitos necesarios para implementar un SGC que cumpla con los requisitos o expectativas del cliente y aumente su satisfacción por el servicio o producto recibido.

En la Sección de Química Analítica la estandarización que se sigue es:

- > Manual de Calidad
- > Procedimientos
- > Instrucción de Trabajo
- > Registros y Documentos externos (Normas que apliquen, Manuales de equipos, solicitudes de compra, entre otros)

“El control de calidad en el laboratorio es diseñado para aumentar la probabilidad de que cada resultado reportado por el laboratorio sea válido” [1] Para cual-

quier sistema adaptarse a los cambios que conlleva un SGC no es fácil, puesto que no se está debidamente preparados. Anteriormente en los laboratorios de la sección de química analítica no existían manuales con las actividades experimentales descritas en ellos, no todos los laboratorios contaban con un reglamento interno, o señalamientos de seguridad, no todos los profesores usaban bata, ni se documentaban o se les daba seguimiento a los problemas que surgían en el laboratorio.

### OBJETIVO

- > Analizar algunos lineamientos que son aplicados en los laboratorios de enseñanza experimental que se encuentran contenidos en el SGC, para crear mayor conciencia sobre la importancia que este tiene para la resolución de problemas.
- > Verificar los requisitos que deben cumplirse para garantizar el buen funcionamiento de los laboratorios de enseñanza experimental en el nivel licenciatura.

### METODOLOGÍA

Todos los laboratorios de esta sección en la facultad se encuentran certificados. Para garantizar un buen funcionamiento de las áreas de trabajo experimental, los laboratorios deben cumplir con ciertos requisitos, basados con el seguimiento de la norma ISO-9001.

Algunos de los lineamientos que se deben evaluar en cada laboratorio de la sección son los siguientes:

- Que se encuentren visibles el reglamento de segu

ridad e higiene, números telefónicos de emergencia, señalamientos de rutas de evacuación, etc.

- Que el laboratorio se encuentre limpio y ordenado.
- Que el personal que se encuentre dentro del laboratorio utilice el equipo de seguridad necesario, según lo establecido en el reglamento.
- Que las tuberías de servicios se encuentren identificadas según la NOM-026-STPS.
- Que el botiquín de primeros auxilios esté completo y se encuentre en un lugar visible, con sus respectivos señalamientos.
- Que haya iluminación y ventilación adecuada en el laboratorio.
- Que los reactivos, soluciones en uso y residuos se encuentren etiquetados correctamente, y que estén almacenados en el lugar correspondiente.
- Que los equipos, instalaciones y servicios auxiliares para el desarrollo del trabajo experimental funcionen bien y se encuentren en condiciones óptimas.
- Que los equipos prioritarios cuenten con las guías rápidas de operación.
- Que los responsables de cada laboratorio cuenten con las hojas de seguridad de los reactivos.

Con base en estos criterios, cada semana se llena un formato de cumplimiento donde se indica si cada laboratorio cubre las características necesarias para su correcto funcionamiento o no, y cuáles son las observaciones realizadas o los errores que se necesitan corregir.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Cada semana se hace la revisión de los laboratorios chequeando que estos cumplan con los puntos ya mencionados.

Al igual se hace mantenimiento a las balanzas para poder evitar y corregir posibles riesgos y asegurarnos que estén en buenas condiciones para su uso; al final de cada revisión se anota lo que se le hizo al equipo y las observaciones que se encontraron en el reporte de estado de las balanzas.

Todos los formatos quedan registrados en manuales para que dependiendo de lo que se va encontrando se puedan corregir las fallas y estar en un proceso de mejora continua.

## CONCLUSIONES

Con la implementación de un SGC se ha logrado brindar un mejor servicio en los laboratorios de la sección de química analítica, así como cada aspecto evaluado en este sistema, ha ayudado a aplicar acciones preventivas y correctivas que arreglan en lo posible los problemas que se suscitan dentro de cada laboratorio que integra la sección. El SGC ha permitido que se dé una mejora continua en los laboratorios, mejorando sobre la marcha el mismo SGC, permitiéndole madurar a medida que sean menores las acciones correctivas y aumenten las acciones preventivas.

La participación de todos es indispensable para hacer funcionar el sistema, y de esta manera resultara más fácil cada vez.

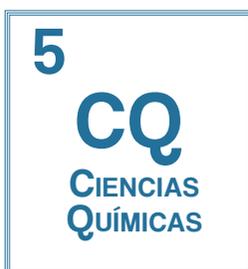
## REFERENCIAS

[1] Cooper, W. G. (2007). Sistemas de Control de Calidad. Bio-Rad Laboratories, División de Control de Calidad, 1.

[2] "Sistema de gestión de calidad. Buenas prácticas de laboratorio. Instrucción de Trabajo Operacional (ITO). Proceso de docencia experimental en el nivel licenciatura"

[3] "Sensibilización al sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2008", Q.F.B. Patricia Jeane Domínguez Quiñones, Dra. Esther Agacino Valdés, M. en Aud. Oscar González Muñoz.

Figura 2. Reporte del estado de las balanzas.



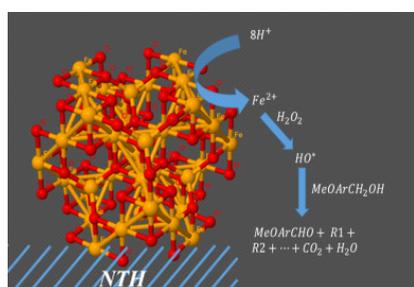
## Oxidaciones Fenton heterogéneas de alcoholes bencílicos promovidas por nanocompositos de óxidos de hierro-nanotubos de haloisita activados

Jesús Israel Palacios-Ramírez<sup>1</sup>, José Luis Arias Téllez<sup>1</sup>, Guadalupe Iveth Vargas-Rodríguez<sup>1</sup>, José Álvaro Chávez-Carvayar<sup>2</sup>, Antonio Gómez-Cortés<sup>3</sup>, Luis Barbo Hernández Portilla<sup>4</sup>, Yolanda Marina Vargas-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Nanomateriales y Catálisis. Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Materiales UNAM. <sup>3</sup>Instituto de Física UNAM. <sup>4</sup>Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM.

Correo: ymvargas@unam.mx

### INTRODUCCIÓN

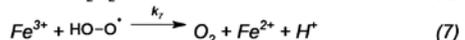
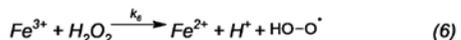
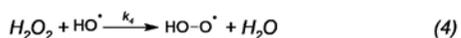


En este trabajo presentamos la síntesis de un nanocomposito de óxidos de hierro-nanotubos de haloisita (NTH). Previamente, el área superficial específica de los NTHs se incrementó con HCl. Posteriormente, los nanocompositos de óxidos de hierro-NTH fueron sintetizados por el método de co-precipitación y caracterizado por Adsorción-Desorción de N<sub>2</sub>, Difracción de Rayos X, (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido. El material fue evaluado en reacciones de Oxidación Fenton Heterogéneas con peróxido de hidrógeno como oxidante. Los experimentos se realizaron en sistemas cerrados a 30°C. La reacción fue seguida por Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas (CG-EM) para determinar el grado de conversión del alcohol estudiado. Los resultados indicaron que el catalizador es un nanocomposito de magnetita, maghemita y NTHs, además de que las reacciones de oxidación de alcoholes bencílicos usando el catalizador se observa que la conversión depende del pH; 3 (92.9%), 5 (89.36%) y 7 (67.6%). El catalizador fue recuperado por un imán y finalmente éste fue reutilizado al menos tres veces.

### ANTECEDENTES

Las reacciones Fenton han sido utilizadas para el tratamiento de aguas residuales producidas por la industria, su descubrimiento se remonta en el siglo XIX, en donde Henry J. Fenton reportó que el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> puede ser activado por sales de Fe (II) para oxidar al ácido tartárico [1]. El proceso consta de la generación de radical hidroxilo en medio acuoso (OH•), que son los radicales con un potencial de reducción estándar muy positivo (E° OH•/H<sub>2</sub>O=2.5V), en presencia de iones Fe<sup>2+</sup> en medio acuoso, provenientes de sales, y la adición de un compuesto orgánico para su posterior degradación a valores de pH ácidos (pH≤3).

Las reacciones Fenton se considera que tienen las siguientes etapas:



Se pueden considerar homogéneas o heterogéneas, según el estado en el que se encuentra la fuente de hierro y el mecanismo de la degradación de un compuesto orgánico por medio de ésta reacción en fase homogénea ha sido muy estudiado.

Proceso que termina en la oxidación total de la materia orgánica hasta la formación de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Las reacciones Fenton también se clasifican según la forma en que se aplique energía al sistema (Fig. 1). En donde se utiliza luz UV, sonicación y electrólisis de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> para la formación de los iones Fe<sup>2+</sup>[2-7].

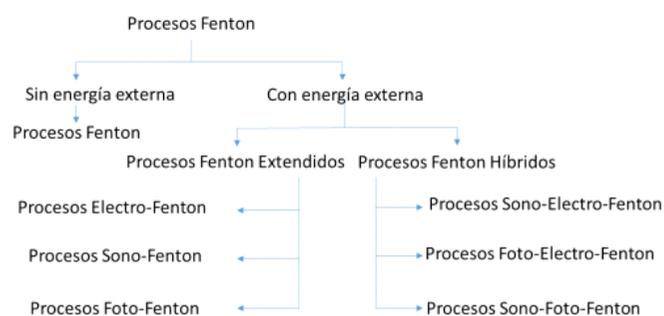


Figura 1. Clasificación de los procesos Fenton.

En este trabajo se llevó a cabo la síntesis de nanocompositos de óxidos de hierro-NTHs con el fin de llevar a cabo reacciones Fenton Heterogéneas en la oxidación de alcoholes bencílicos.

## OBJETIVO

Sintetizar nanocompositos de óxidos de hierro-NTHs por el método de co-preipitación, caracterizarlos por Adsorción-Desorción de  $N_2$ , Difracción de Rayos X, (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido para obtener un catalizador que promueva reacciones Fenton Heterogéneas en la oxidación de alcoholes bencílicos.

## METODOLOGÍA

Activación de los NTHs: Los nanotubos, se trataron con una disolución de HCl (0.1 M), con agitación constante, durante dos horas. Después, los NTHs se filtraron y lavaron con agua destilada.

Síntesis del catalizador: sales de hierro y NTHs, se mezclaron con agua, e hidróxido de amonio, hasta cambio del color. El producto se filtró y se lavó con agua destilada.

Reacciones Fenton: Se llevaron a cabo en un sistema cerrado, adicionando el catalizador, peróxido de hidrógeno, agua y el alcohol bencílico a estudiar en agitación constante a un baño de temperatura de 30°C por sesenta minutos.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Caracterización. En la microscopía electrónica de barrido se encontró que el catalizador es un nanocomposito formado de óxidos de hierro y nanotubos de haloisita modificada (Figura 2), con tamaño promedio de los óxidos de hierro de 10 nm.

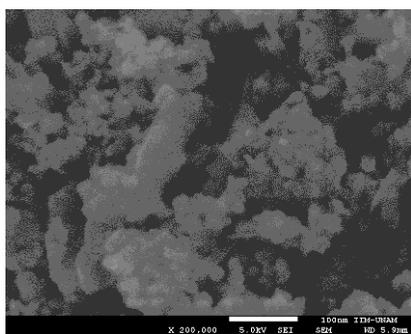


Figura 2. Microscopía del nanocomposito de óxidos de hierro-NTHs.

Mientras que en la caracterización por difracción de rayos X se observó que, el nanocomposito de hierro estaban formados por magnetita y maghemita. (Figura 3). Por otro lado, en la adsorción-desorción de  $N_2$  se obtuvo un área superficial específica de 63.76 m<sup>2</sup>/g, un volumen total de poro de 0.2078 cm<sup>3</sup>/g y un tamaño medio de poro de 13.0 nm. Según la figura 4, el gráfico es de tipo H3, característico de materiales con poros aglomerados de placas paralelas.

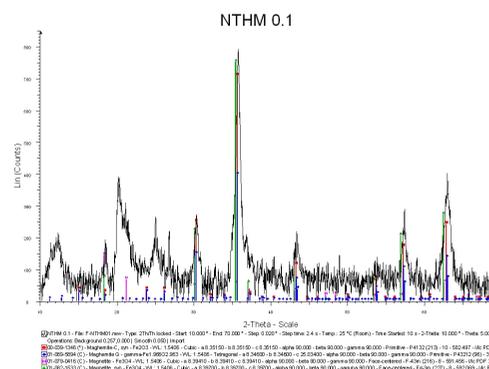


Figura 3. Patrón de difracción de Rayos X del nanocomposito de óxidos de hierro y NTH.

Reacciones Fenton. Las reacciones se llevaron a cabo principalmente con el alcohol 4-metoxibencílico, obteniéndose los resultados de la tabla 1 en donde se tiene una relación 2:1 en concentración entre  $H_2O_2$  y el alcohol.

**Tabla 1. Resultados obtenidos en la oxidación del alcohol 4-metoxibencílico con el catalizador magnetita-maghemita-NTH.**

Proceso	pH	% Conversión
<b>Sono-Fenton</b>	7	50.86
<b>Fenton</b>	3	92.29
	5	89.36
	7	67.60

## CONCLUSIONES

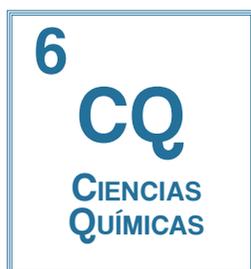
Se logró sintetizar y caracterizar un nanocomposito de magnetita-maghemita-NTH para realizar reacciones Fenton Heterogéneas de oxidación de alcoholes bencílicos con rendimientos notablemente considerables.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con fondos del proyecto DGAPA-UNAM PAPIIT IT103912-3 y RT101815

## REFERENCIAS

- Fenton, H. J. (1894). Oxidation of tartaric acid in presence of iron. J. Chem. Soc. Trans., 65, 899-910.
- Hongping HE, Y. Z. (2015). Natural magnetite: an efficient catalyst for the degradation of organic contaminant. Scientific Reports, 5.
- Jesús Beltrán de Heredia, J. T. (2001). Kinetic model for phenolic compound oxidation by Fenton's reagent. Chemosphere, 45, 85-90.
- Jie He, X. Y. (2015). Interfacial mechanisms of heterogeneous Fenton reactions catalyzed by iron-based materials: A review. Journal of Environmental Sciences. [5] Juan C. Moreno, V. M. (2007). Evaluación del peróxido de Hidrógeno en la oxidación de fenol con hierro soportado sobre tela de carbón activado. Información Tecnológica., 18(2), 67-72.
- Lin, S. G. (1998). Catalytic decomposition of hydrogen peroxide on iron oxide: kinetics, mechanism, and implications. Environ. Sci. Technol., 32, 1417-1423.
- Samsonov, C. V. (1973). The Oxide Handbook. New York: IFI-Plenum.



## Síntesis verde de nanopartículas de plata utilizando el extracto acuoso de la especie *Marrubium vulgare* L

Luis Ángel Flores Linares<sup>1</sup>, Brígida del Carmen Camacho Enríquez<sup>1</sup>, Flora Adriana Ganem Rondero, Roberto Díaz Torres<sup>1</sup>, María Gabriela Vargas Martínez<sup>2</sup>, Alejandra Sánchez Barrera<sup>1</sup>, Mario Arturo Morales Delgado<sup>1</sup>, Enrique Ángeles Anguiano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento Ingeniería y Tecnología, <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Correo: [q.luis.angel.flores.linares@gmail.com](mailto:q.luis.angel.flores.linares@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó la optimización de la síntesis verde de nanopartículas de plata empleando como agente reductor el extracto acuoso de las hojas de *Marrubium vulgare* L., para estudiar los factores que afectan el tamaño de partícula. Se utilizó un diseño experimental tipo Box-Behnken con 2 niveles 3 factores, conteniendo cinco puntos centrales, el diseño experimental constó de 17 corridas. Las nanopartículas obtenidas se caracterizaron por espectroscopia UV-Vis. obteniéndose partículas con un intervalo de tamaño de 50.99 a 79.89 nm y una polidispersión entre 0.225 a 0.438. Las condiciones óptimas de la síntesis de nanopartículas de plata fueron: 2 mL de extracto acuoso, 70 °C y 105 min de reacción en estas condiciones se obtuvo un tamaño de partícula de 52.68 nm con una polidispersión de 0.293. En base a los datos estadísticos obtenidos en ANOVA los factores que afectan el tamaño de partícula son el V y t<sup>2</sup>.

### ANTECEDENTES

En los últimos años la nanotecnología ha tenido un gran impacto en la mayoría de las disciplinas como: la medicina, biotecnología, óptica, catálisis química, entre otras [1]. Existen diversos métodos para la obtención de nanopartículas de plata, entre ellos están: el método sol-gel, reducción química, síntesis verde, por electroquímica, fotoquímica, irradiación ultrasónica y microondas [2]. Actualmente en la síntesis de nanopartículas (NP's) se utilizan como agentes reductores extractos de plantas como una alternativa amigable con el medio ambiente. El marrubio es una excelente opción, ya que es una planta que presenta un contenido elevado de polifenoles. Esta planta se ha empleado tradicionalmente para tratar la bilis, padecimientos digestivos como: el empacho y dolor de estómago, es usado como purgante, para expulsar parásitos y fluidificar las secreciones bronquiales [3].

### OBJETIVO

Realizar la optimización de la síntesis verde de nanopartículas de plata empleando como agente reductor el

extracto acuoso de las hojas de *Marrubium vulgare* L., para obtener los factores que afectan el tamaño de partícula.

### METODOLOGÍA

El material vegetal fue recolectado en San Sebastián, municipio de Zumpango y se identificó en el herbario "IZTA" de la FES Iztacala UNAM. Se utilizaron las hojas de *Marrubium vulgare* L. el extracto vegetal se obtuvo por infusión y a este se le realizó un tamiz fitoquímico preliminar. Para obtener nanopartículas de plata, se mezclaron 2 mL de extracto acuoso con 12 mL de AgNO<sub>3</sub> 1 mM, la mezcla se calienta a 60 °C durante 2 horas y se monitoreó para su posterior optimización [4]. Para la caracterización UV-Vis se utilizó un espectrofotómetro HALO XB-10 y para determinar el tamaño de partícula se utilizó un Zetasizer Nano-ZS90.

**Tabla 1. Factores a optimizar.**

Factor	Niveles	
	-1	+1
V (mL)	1	2
T (70 °C)	60	70
t (min)	90	120

## RESULTADOS PRINCIPALES

Se identificó el ejemplar en el herbario "IZTA" de la FES Izacala UNAM registrado con el número 2517 IZTA, con el nombre científico de *Marrubium vulgare* L. y de nombre común como marrubio de la familia Lamiaceae. Se realizó el tamiz fitoquímico preliminar al extracto acuoso de las hojas de marrubio en el cual se encontraron los siguientes grupos químicos; agrupamientos lactónicos, fenoles, taninos, flavonoides, azúcares reductores y compuestos nitrogenados.

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 2, se obtuvieron nanopartículas de plata con tamaño de 50.99 a 79.89 nm, las condiciones óptimas para realizar la síntesis verde de nanopartículas de plata fueron: Volumen de extracto 2 mL, Temperatura 70 °C y tiempo de reacción 105 min, en estas condiciones se obtuvo un tamaño de partícula de 52.68 nm.

Tabla 2. Diseño experimental de optimización

Std	V (mL)	T (°C)	t (min)	T. Partícula (nm)
12	0	1	1	76.94
2	1	-1	0	53.47
14	0	0	0	70.94
17	0	0	0	70.41
11	0	-1	1	71.75
3	-1	1	0	79.82
5	-1	0	-1	75.69
6	1	0	-1	65.33
16	0	0	0	68.67
8	1	0	1	68.68
4	1	1	0	50.99
1	-1	-1	0	69.16
9	0	-1	-1	67.59
7	-1	0	1	76.78
15	0	0	0	74.26
13	0	0	0	69.63
10	0	1	-1	71.55

En base a los datos estadísticos obtenidos en ANOVA, los factores que afectan el tamaño de partícula son: el V (mL) y el (t<sup>2</sup>). En la tabla 3, se observan las repeticiones realizadas en las condiciones óptimas, por lo que se deduce que el método de síntesis verde de nanopartículas de plata es preciso y a su vez existe repetibilidad en éste, obteniendo así un % RSD de 2.05%.

Tabla 3. Repetibilidad del método.

No de repetición	T. Partícula (nm)
1	52.75
2	52.51
3	52.11
4	54.45
5	51.59
Prom	52.682
Desv. Est.	1.081628402
%RSD	2.053127068

Como se observa en la Figura 1, la espectroscopia UV-Vis reveló que las nanopartículas de plata sintetizadas en condiciones óptimas presentan una banda de resonancia de plasmón superficial a una longitud de onda de 425 nm característica de las AgNP's.

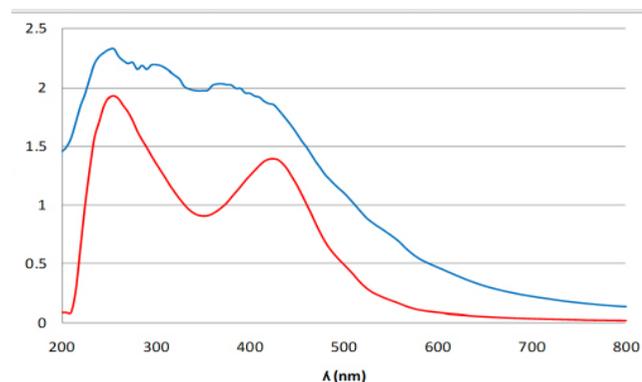


Figura 1. Espectro de absorción de extracto de hojas de marrubio (azul) y AgNP's (rojo).

## CONCLUSIONES

Se realizó la optimización de la síntesis verde de nanopartículas de plata utilizando la metodología de superficie de respuesta "Box Behnken", usando como agente reductor el extracto acuoso de las hojas de *Marrubium vulgare* L.

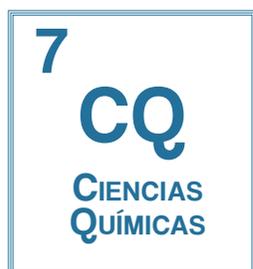
Se determinaron los factores que afectan el tamaño de partícula los cuales fueron el V (mL) y el t<sub>2</sub>(min). Se establecieron las condiciones óptimas para la obtención de nanopartículas de plata: Volumen de extracto acuoso (2 mL), Temperatura (70 °C) y tiempo de reacción (105 min).

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto PAPIIME PE204814. Actualización y Fortalecimiento de la enseñanza experimental de las carreras de Licenciado en Farmacia y Licenciado en Bioquímica Diagnóstica.

## REFERENCIAS

- [1] A statistical desing and analysis illustrating the interactions between key experimental factors for the synthesis of silver nanoparticles. Hong Lim, Jae y Sung Lee, Jae. s.l. : ELSEVIER, 2008, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, págs. 155-156.
- [2] Influence of Stabilizing Agent and Synthesis Temperature on the Optical Properties of Silver Nanoparticles as Active Materials in Surface Plasmon Resonance (SPR) Biosensor. Mahmudin, Lufsyi, Edi, Suharyadi y Abraha, Kamsul. 2012. AIP:Conference Proceeding. págs. 1-2.
- [3] Universidad Nacional Autónoma de México. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. [En línea] [Citado el: 15 de Marzo de 2017.] <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Marrubium%20vulgare&id=7620>.
- [4] Antibacterial effects of biosynthesized silver nanoparticles using aqueous leaf extract of *Rosmarinus officinalis* L. J, Das y P, Velusamy. s.l. : ELSEVIER, 2013, Materials Research Bulletin, págs. 4531-4533.



## Fitosíntesis de nanopartículas de plata usando como agente reductor extracto acuoso de *Solanum rostratum* D. (duraznillo)

Oscar González, Brígida del Carmen Camacho, Flora Adriana Ganem, Roberto Díaz, María Gabriela Vargas, Alejandra Sánchez Barrera, Mario Arturo Morales, Enrique Ángeles Anguiano, Enrique Salas Téllez.  
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,  
Laboratorio de Farmacognosia L-324 Campo 1.

Correo: oskarkb1@gmail.com



### INTRODUCCIÓN

Este proyecto se orienta en la síntesis de nanopartículas de plata (NP's Ag) a partir del extracto acuoso de *Solanum rostratum*, planta utilizada para afecciones de los riñones, diabetes, golpes, etc., según datos de la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2017). La planta se recolectó en el municipio de Melchor Ocampo del Estado de México. La metodología se diseñó tomando en consideración factores como: volumen de nitrato de plata, pH, temperatura del extracto y como éstos influían en el tamaño de partícula; tomando estas variables se planteó un diseño experimental utilizando el programa Design Expert, para monitorear el proceso y así lograr las condiciones óptimas para la obtención de las nanopartículas de plata (NP'sAg) con un tamaño adecuado (<100 nm). Como resultados se obtuvo que las condiciones óptimas de la fitosíntesis fueron: 0.5 mL de extracto con 11 mL de nitrato de plata a una temperatura de 80°C, obteniéndose un plasmón de superficie en el intervalo de 420-480nm, característico de las NP's Ag, el tamaño de partícula obtenido fue de 10-72 nm con una polidispersión de 0.6.

### ANTECEDENTES

La nanotecnología genera una amplia área de aplicación en los campos de la biotecnología y nanociencia. La obtención de nanopartículas metálicas por medio de procesos amigables con el ambiente, que emplean extractos vegetales como materia prima para su síntesis, que puedan emplearse como herbicidas, fertilizantes, fungicidas, catalizadores, entre otras, es un área de investigación en expansión. Este proyecto se enfoca en la síntesis de nanopartículas de plata (NP's Ag) a partir del extracto acuoso de *Solanum rostratum* D, planta que fue seleccionada por su rica composición química al contener grupos nitrogenados, fenoles, terpenos, esteroides, entre otros metabolitos secundarios, la planta al ser considerada como maleza para la agricultura se le puede dar un valor agregado ya que es utilizada para afecciones de los riñones, diabetes, golpes, etc., según datos de la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2017).

### OBJETIVO

Desarrollar una metodología de fitosíntesis de nanopartículas de plata empleando como agente reductor extracto acuoso de *Solanum rostratum* D. (duraznillo) para su caracterización.

### METODOLOGÍA

En el diagrama 1 se observa el procedimiento que se realizó en el trabajo experimental

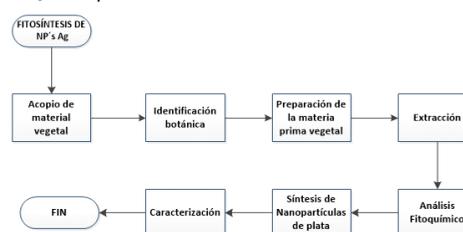


Diagrama 1. Procedimiento experimental.

En la síntesis de nanopartículas de plata se realizó un diseño experimental utilizando el software Design Expert, en el cual se consideraron los factores que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Factores involucrados en el diseño experimental para la síntesis de nano partículas.

Factores	Niveles	
Temperatura °C	60	80
Hidróxido de sodio [M]	2.	5
Vol AgNO <sub>3</sub> mL	10	12

## RESULTADOS PRINCIPALES

La identificación de la planta permitió conocer el nombre científico: *Solanum rostratum* D., género *Solanum*, perteneciente a la familia Solanaceae.

En el análisis Fitoquímico se obtuvieron los siguientes resultados: alcaloides y grupos nitrogenados, fenoles, agrupamientos lactónicos, esteroides, flavonoides.

En la síntesis de nanopartículas se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Diseño experimental en la fitosíntesis de nanopartículas de plata teniendo como respuesta el tamaño de partícula.

		Temperatura °C	NaOH [M]	mL AgNO <sub>3</sub>	nm	
9	1	70	3.75	11	14.92	1
8	2	80	5	12	67.91	0.67
11	3	70	3.75	11	12.88	0.86
2	4	80	2.5	10	11.49	0.92
3	5	60	5	10	45.15	0.62
5	6	60	2.5	12	14.02	1
10	7	70	3.75	11	10.14	0.84
7	8	60	5	12	41.62	0.46
6	9	80	2.5	12	10.58	0.9
4	10	80	5	10	57.4	0.62
1	11	60	2.5	10	12.98	1

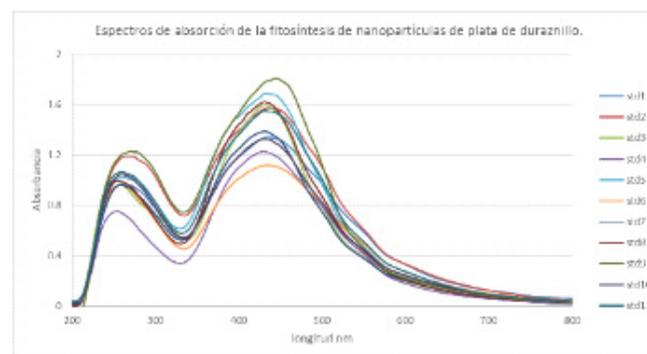
Utilizando los resultados obtenidos de este diseño se realizó un análisis de ANOVA para determinar los factores que muestran una mayor influencia en la obtención del tamaño de partícula y presentan una  $P < 0.05$ , los factores fueron A: Temperatura, B: [NaOH]M y la interacción AB: Temperatura-[NaOH]M.

Con ayuda del análisis de ANOVA se obtuvo una ecuación general (ecuación 1) del diseño experimental:

Ecuación 1: Tamaño =  $32.64 + 4.20A + 20.38B + 0.89C + 5.53AB + 1.51AC + 0.86BC + 2ABC$ .

Los valores subrayados en la ecuación 1 son los que presentan valores de pendiente de mayor magnitud, por lo que se consideran factores que influyen en el tamaño de partícula. En la gráfica 1 se presenta el espectro UV-Vis de los sistemas de reacción con las condiciones establecidas en el diseño experimental. Se observa que el plasmón de superficie se presenta en un intervalo de longitud de onda de 430-445, condición que cumplen las NP's Ag (420-450 nm). Al analizar la relación entre la polidispersión y longitud de onda se concluye que los sistemas de una  $\lambda$  de 435nm y mayores dan polidispersiones altas por lo que se descartaron 7 sistemas. Los 4 sistemas restantes se analizaron de acuerdo a la mayor absorbancia, menor polidispersión y menor tamaño de partícula, requisitos que cumplieron los sistemas 7 y 8 con las siguientes condiciones:

- Temperatura de 80°C y concentración de NaOH 5M
- Temperatura de 60°C y concentración de NaOH 5 M



Gráfica 1. Espectros de absorción de las nanopartículas de plata (NP's Ag).

## CONCLUSIONES

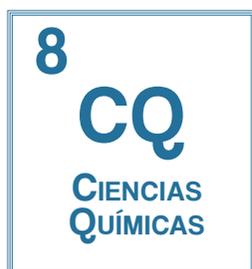
En base al diseño experimental y la experimentación realizada se concluye que los factores que afectan al tamaño de partícula son: la temperatura y la concentración de NaOH y la interacción entre ellas. Las mejores condiciones fueron 80°C de temperatura y una concentración de NaOH 5M con las que se logra un tamaño de partícula de un intervalo de 40.31-78.95 nm, una polidispersión de 0.461 con una longitud de onda de la banda de plasmón de superficie de 425nm.

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que permitieron directa e indirectamente a lograr este trabajo y al apoyo del proyecto PAPIME "Actualización y Fortalecimiento de la enseñanza experimental de las asignaturas Farmacognosia y Fitoquímica de la carrera de Licenciado en Farmacia y Licenciado en Bioquímica Diagnóstica" con número de proyecto PE204814.

## REFERENCIAS

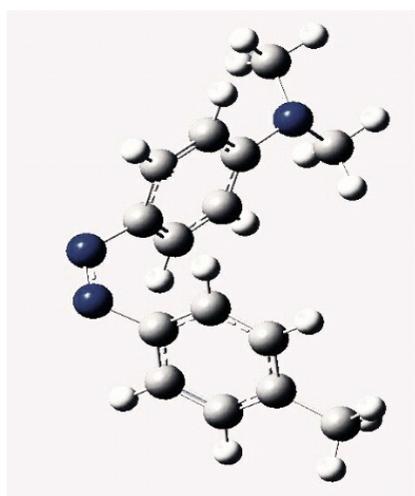
- Calle, L. C., & M. L. (2014). Síntesis verde de nanopartículas de plata mediante el uso de ajo (*Allium sativum*). Soluciones de posgrado EIA, 129-140.
- H. M., H.-W. M., & M. F. (2015). Nanotechnology and Plant Sciences: Nanoparticles and Their Impact on Plants. New York: Springer.
- L. D., & E. P. (2015). Sobre la presencia de *Solanum rostratum* (Solanaceae) en Sudamérica: una neófita tóxica de gran potencial como maleza. Facultad de Ciencias Agrarias, 109-121.



## Caracterización teórica de los Modos Vibracionales del colorante 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil) Azobenceno obtenido mediante una reacción de Diazoación

Ana Itzel Cruz Barajas; Miriam Cortina Gómez; Christian García Cortes; Irma Saraí Ortiz Macías; Juan Mateo Flores; Lidia Elena Ballesteros Hernández; Judith García Arellanes; María Olivia Noguez Córdova; Nicolás Vázquez María Inés. Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. 1° de Mayo s/n, esquina con Av. del vidrio, Colonia Santa María de las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740.

Correo: olinoco@yahoo.com.mx



### INTRODUCCIÓN

Los azocompuestos pueden ser obtenidos mediante una reacción de diazotación y después ser caracterizados computacionalmente utilizando softwares especializados, que permiten obtener información a nivel molecular que de otra manera suele ser obtenida por medio de equipos específicos a nivel experimental. En este proyecto se realizó la síntesis del colorante 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil) azobenceno, formando en primera instancia la sal de diazonio correspondiente al producto de la reacción entre p-toluidina y ácido nitroso. Acto seguido, se realizó el acoplamiento entre la sal y N,N-dimetilanilina. Por otro lado, la química computacional permitió determinar una estructura de máxima estabilidad, y en consecuencia de sus parámetros geométricos pudiendo visualizar los modos vibracionales, permitiendo caracterizar el colorante a este nivel.

### ANTECEDENTES

Antecedentes

Al realizar la síntesis de una molécula se presenta la problemática de darle identidad a la especie formada. Si bien es posible obtener su punto de fusión y solubilidad, no es viable profundizar a nivel licenciatura a menos que se cuente con equipos de espectroscopia. Sin embargo, estos equipos no están disponibles para la comunidad estudiantil en general, lo que nos orilla a hacer uso de software como alternativa, que nos permite conocer aspectos de la molécula a nivel teórico para su caracterización.

Los azocompuesto o azoderivados (cuentan con el grupo funcional R-N=N-R') pueden presentar una intensa coloración, por lo que generalmente son utilizados como colorantes o tintes en distintos ámbitos. Dentro de la industria su uso se extiende a diferentes sectores como el alimenticio (p-dimetilaminoazobenceno), textil (Rojo Congo) y la industria del papel. De igual manera, los colorantes azoicos son empleados en el campo de la enseñanza como tintes para la preparación de muestras histológicas, como indicadores en volumetrías ácido-base (Naranja de metilo) o dentro de la sección de química orgánica como representación de una reacción determinada, como lo es la diazotación, por medio de la formación de una sal de diazonio.

Dentro del curso de Química Orgánica II en la FESC, el tema de aminas no se aborda experimentalmente, por lo que se considera una opción para que los alumnos lleven a cabo la síntesis de un colorante azoico para posteriormente conocer sus características por medio de un programa computacional.

### OBJETIVO

Conocer la relevancia de una reacción de diazotación para la obtención de un colorante azoico y la caracterización de sus modos vibracionales a nivel teórico y de esta manera verificar que los enlaces muestran un tipo de vibración.

### METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica y electrónica exhaustiva de la 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil)Azobenceno. El respectivo colorante fue sintetizado siguiendo el esquema mostrado en la Figura 1. La molécula elegida fue optimizada empleando el nivel de teoría ab initio, Hartree-Fock y el conjunto de funciones base STO-3G(d). A este mismo nivel fue determinada la propiedad espectroscópica Infrarroja.

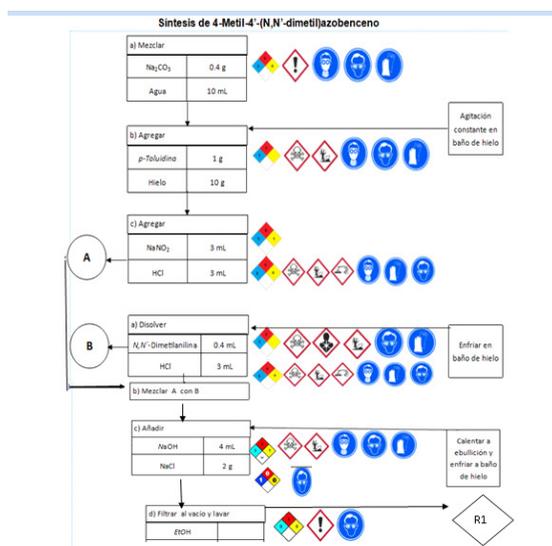


Figura 2. Diagrama de Flujo de la Síntesis del 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil)Azobenceno

## RESULTADOS PRINCIPALES

El compuesto Azoico obtenido de la actividad experimental, Tabla 2, no se encuentra reportado bibliográficamente, por lo que, su caracterización teórica es propuesta en este trabajo con nomenclatura IUPAC: 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil)Azobenceno.

Tabla 2. Datos Experimentales del 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil)Azobenceno.

<i>Apariencia experimental</i>	<i>Polvo de color amarillo opaco</i>
--------------------------------	--------------------------------------

Cabe destacar que la síntesis de este colorante comprende dos etapas experimentales: en la primera etapa de diazoación es formada la sal de diazonio, y posteriormente se lleva a cabo el acoplamiento de la sal con compuestos aromáticos, etapa denominada de copulación. En el proceso de copulación se pueden obtener algunos productos secundarios, debido a la reacción de la sal de diazonio con agua así como a la naturaleza de los sustratos y reactivos utilizados, por lo cual deben elegirse condiciones que permitan que la copulación proceda con la mayor rapidez posible.

A nivel teórico, el programa utilizado determinó 99 modos vibracionales. Al considerar el modo vibracional de tipo Stretching en la función Azo, se obtuvo una frecuencia de absorción igual a 1925.40  $\text{cm}^{-1}$  que en el espectro infrarrojo es característico para dobles ligaduras entre átomos de nitrógeno, Figura 2.

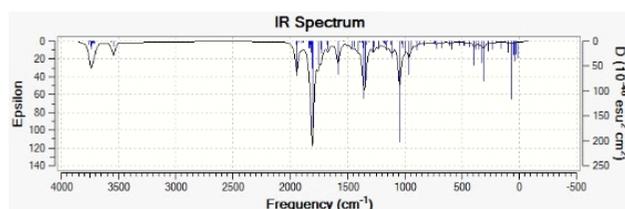


Figura 2. Espectro de Absorción Infrarrojo del 4-Metil-4'-(N,N'-dimetil)Azobenceno.

## CONCLUSIONES

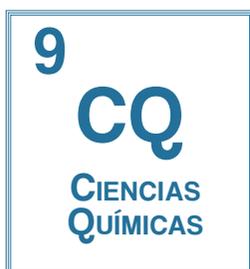
El implemento de nuevas técnicas de predicción e identificación de productos químicos, como los software, han permitido el desarrollo de nuevas áreas para la química orgánica; caso relevante de la síntesis de azocompuestos, necesarios y ampliamente utilizados por el hombre, que son sintetizados por métodos como diazotación, sistema en el que se aprovecha el carácter exotérmico de la reacción entre aminas aromáticas,  $\text{NaNO}_2$  y anillos aromáticos con grupos estabilizantes en presencia de ácidos fuertes.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo a Supercomputadora Miztli-DGTIC-UNAM: LANCAD-UNAM-DGTIC-165 y PAPIME: PE203417

## REFERENCIAS

- [1] I. J Buerge, H. R. Buser, M. D, Müller, T. Poiger, Environmental Science technology, 43 (2009) 615.
- [2] Blanco, J. (2004). Fotoquímica solar Ambiental. 2ª ed. Siemat, Madrid.
- [3] US EPA (2017). Atrazine. [www.epa.gov/atrazine](http://www.epa.gov/atrazine). Recuperado el día 20/03/2017.



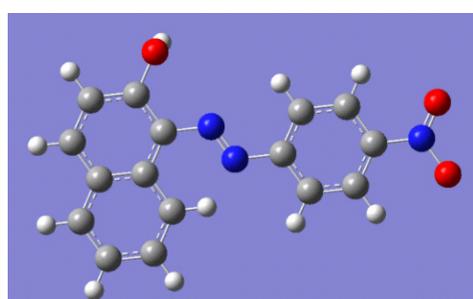
## Diazotación, una reacción ilustrada para la obtención de un colorante y su caracterización infrarrojo-teórico.

Darío Roldan Cano; Dayni Kalelline Cervantes Camacho; Lizeth Andrea Esteban Ochoa; Brenda Elizabeth Chávez Valle; Juan Mateo Flores; Lidia Elena Ballesteros Hernández; Judith.

García Arellanes; Noguez Córdova María Olivia; Nicolás Vázquez María Inés.

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1, Universidad Nacional Autónoma de México, Edificio L-1, Lab. L-122. Av. 1° de Mayo s/n, esquina con Av. del vidrio, Colonia Santa María de las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740.

Correo: olinoco@yahoo.com.mx



### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se basa en la síntesis del colorante azoico, rojo para y su caracterización infrarroja empleando un método a nivel teórico, para la obtención de su espectro y de esta manera visualizar los modos vibracionales para reconocer algunos grupos funcionales a través de su vibración. Con esta actividad experimental se reconocerá la relevancia de las reacciones de diazotación. El azocompuesto rojo para se utiliza generalmente para teñir telas y en formulaciones de tintas de impresión.

### ANTECEDENTES

Desde las primeras civilizaciones el hombre usó materias colorantes naturales. Los pigmentos o sustancias coloreadas se extraían de plantas, animales y minerales. Estas materias eran empleadas para teñir ropas, pintar las pieles y fabricar objetos religiosos y recreativos.

Se da el nombre de colorantes a sustancias coloreadas, las cuales son capaces de teñir las fibras vegetales y animales. Para que un colorante sea útil, debe ser capaz de unirse fuertemente a la fibra, y por lavado no debe perder su color. Debe ser químicamente estable y soportar la acción de la luz.

Por otro lado, un grupo azo es un grupo funcional del tipo  $R-N=N-R'$ , en donde R y R' son grupos que contienen átomos de carbono. Los átomos de nitrógeno están unidos por un doble enlace, los compuestos que contienen el enlace  $-N=N-$  se denominan azoderivados, compuestos azoicos, o azocompuestos. Cuando el grupo azo está conjugado con dos anillos aromáticos, el compuesto absorbe radiación electromagnética en el espectro de la región visible, por lo que el compuesto presenta coloración y, además es intensa [1, 2]. Por esto, son empleados como colorantes en la industria textil, papelera, alimentaria, entre otras.

Los colorantes azoicos se preparan mediante la reacción de una amina aromática diazotada con un fenol o una amina aromática[3].

La síntesis de este colorante comprende una etapa de

diazoación que es la formación de la sal de diazonio, y una etapa de copulación con compuestos aromáticos, cuya característica es tener grupos donadores de electrones como  $-OH$ ,  $-NH_2$ - $NHR$ , etc. En el proceso de copulación se obtiene fenol como producto secundario, debido a la reacción de la sal de diazonio con agua, por lo cual deben elegirse condiciones que permitan que la copulación proceda con la mayor rapidez posible [4].

Rojo para se caracteriza por tener un color rojo anaranjado brillante, ser resistente a ácidos y álcalis, además de poder prepararse en grandes cantidades debido a su bajo costo.

### OBJETIVO

Sintetizar un colorante azoico, rojo para, y caracterizarlo empleando infrarrojo teórico, con la finalidad de reconocer algunos modos vibracionales correspondientes a grupos funcionales presentes en la molécula, además de la relevancia de las reacciones de diazotación.

### METODOLOGÍA

A nivel teórico: Empleando el software químico Gaussian 09 y GaussView 02 como visualizador, el colorante azo fue optimizado empleando Hartee-Fock y el conjunto de funciones base STO-3G(d). A este mismo nivel, fue determinada la propiedad espectroscópica Infrarroja.

A nivel experimental: Fue de acuerdo al esquema mostrado en la Figura 1.

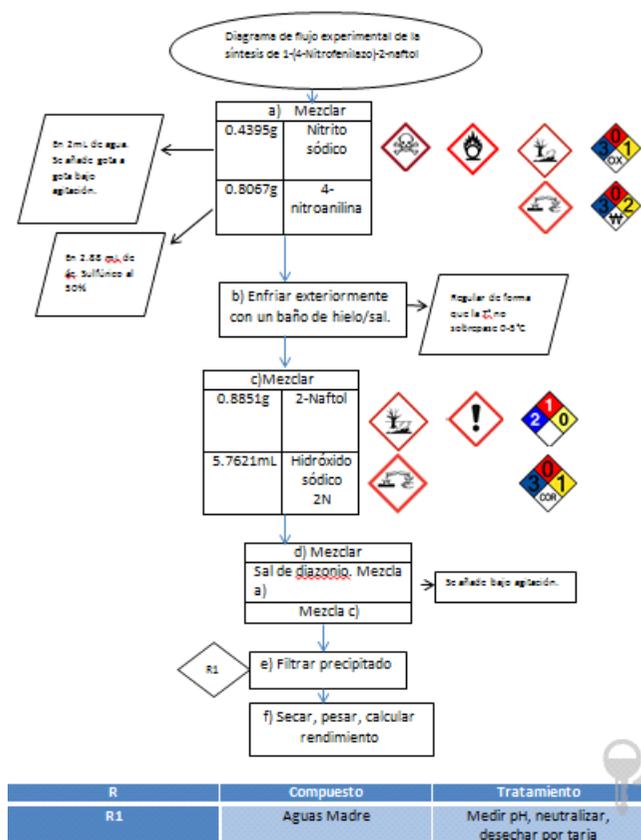


Figura 1. Diagrama de flujo experimental de la síntesis de 1-(4-Nitrofenilazo)-2-naftol

Un mecanismo de reacción propuesto es analizado en la Figura 2.

A nivel teórico se obtuvieron 93 modos vibracionales, todos diferentes, en la Figura 3 se indican la frecuencia y el tipo de modo vibracional para algunos grupos funcionales.

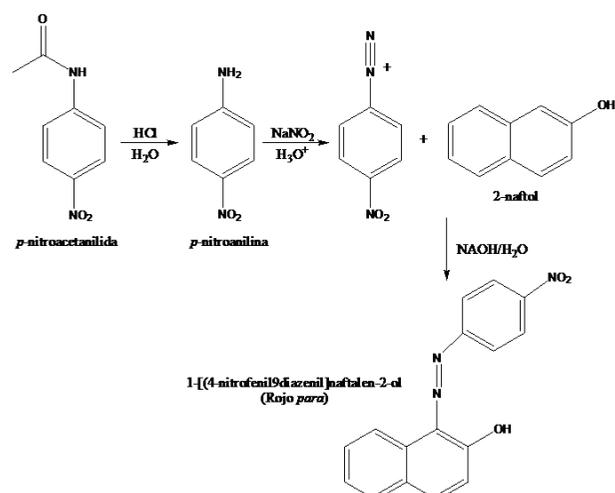


Figura 2: Reacción general

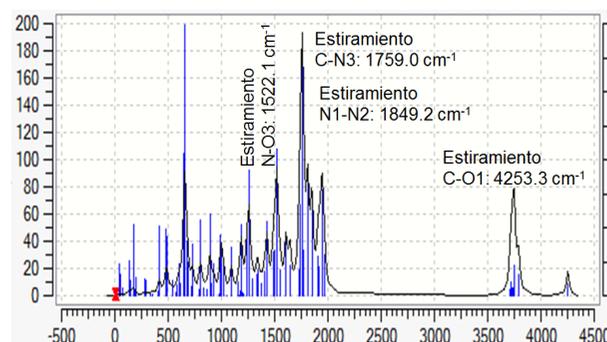


Figura 3: I.R. teórico del rojo para, frecuencia  $\text{cm}^{-1}$

## CONCLUSIONES

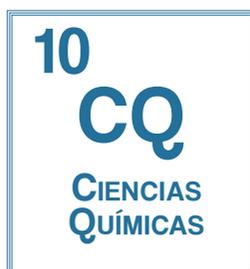
A nivel teórico, se observó los diferentes modos de vibración de los enlaces entre los átomos del colorante azoico rojo para. Así mismo, la apariencia física del sólido obtenido, y con base en la información bibliográfica, se pone de manifiesto la relevancia de la reacción de diazotación, en donde es indispensable los intermediarios para la formación de compuestos con estas características.

## AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecemos el apoyo de la supercomputadora Miztli-DGTIC-UNAM: LANDCAD-UNAM-DGTIC-165 y al proyecto PAPIME: PE203417.

## REFERENCIAS

- [1]. Devore G., Muñoz Mena E., Química orgánica Ed. Publicaciones cultural 1976.
- [2]. Leach. R.H, The printing ink manual, 5t edition, Ed London Blueprint 1993
- [3]. Bautista L, Degradación De Colorantes (Azul De Metileno) Por Métodos electroquímicos". <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29648/1/BautistaSuarez.pdf>
- [4].Lauk U, Petermann R, Suppiger C, Murer K. 2014. Tintes Azoicos Dispersos, Procedimiento Para La Preparación Y Uso De Los Mismos. Recuperado De: <http://patentados.com/patente/tintes-azoicos-dispersos-procedimiento-preparacion-mismos-uso/>



## Recuperación de petróleo crudo con nanopartículas magnéticas/ nanotubos de haloisita

Gabriela Tapia-Morales, Francisco Javier García Juárez<sup>1</sup>, Jorge Eduardo García-Petronilo<sup>1</sup>, Adolfo Obaya<sup>1</sup>, Guadalupe Iveth Vargas-Rodríguez<sup>1</sup>, José Álvaro Chávez-Carvayar<sup>2</sup>, Antonio Gómez-Cortés<sup>3</sup>, Gustavo Tavizón<sup>4</sup>, Yolanda Marina Vargas-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Nanomateriales y Catálisis. Departamento de Ciencias Químicas. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, Carr. Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala, 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx; <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Materiales, UNAM (Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D. F. <sup>3</sup>Instituto de Física, UNAM (Circuito de la Investigación Científica Ciudad Universitaria CP 04510 México, D.F.). <sup>4</sup>Facultad de Química UNAM (Circuito Exterior S/N, Coyoacán, Cd. Universitaria, 04510 Ciudad de México, CDMX)

Correo: [ymvargas@unam.mx](mailto:ymvargas@unam.mx)

### INTRODUCCIÓN



La contaminación por petróleo derramado es un factor de riesgo importante para el ambiente marino. El petróleo derramado se dispersa, quema in situ o se recupera, siendo esta última la opción más adecuada. Con el objetivo de separar y recuperar petróleo crudo derramado en el mar por métodos magnéticos, se sintetizaron nanopartículas magnéticas de óxidos de hierro soportadas sobre nanotubos de haloisita, mediante la técnica de coprecipitación. El nanocompuesto sintetizado se caracterizó por DRX, MEB, densidad y adsorción-desorción de N<sub>2</sub>. En pruebas ex situ, utilizando agua salina y aceite de 30 grados API, para simular un petróleo mediano, se adicionaron las nanopartículas magnéticas sobre el aceite y se recuperó este con un imán. Para efectos comparativos el estudio se realizó también con magnetita sin la presencia de nanotubos de haloisita. Como conclusión, se obtuvo un nanocompuesto magnético para recuperación magnética, de petróleo derramado en el mar.

### ANTECEDENTES

Los métodos de limpieza de derrames de petróleo en el mar, se dividen en tres grupos principales: aplicación de agentes dispersantes para ayudar a la degradación natural, quema in situ de la marea negra separación y recuperación de petróleo de la superficie del agua [1]. Para recuperar petróleo se han utilizado materiales magnéticos para formar coloides magnéticos [2], nanocompuestos de Fe-carbono [3], hierro incorporado a esponjas de nanotubos de carbono [4], nanocompuesto de óxido de hierro de carbón poroso [5] etcétera. Muchos de estos materiales tienen la desventaja de que su síntesis es compleja y costosa. Es por ello que se han magnetizado materiales más económicos como zeolitas y alúminas [6]

Continuando con nuestra línea de investigación con nanotubos de haloisita naturales (NTHs), aluminosilicatos del grupo del caolín con forma de cristales tubulares huecos, con diámetro interior y exterior de 10-30 nm y de 50-70 nm respectivamente, con longitud de

de 1-15 micras [7], se presenta en este trabajo la síntesis y caracterización de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> soportado sobre HNTs.

### OBJETIVO

Sintetizar nanopartículas magnéticas de óxidos de hierro soportadas sobre nanotubos de haloisita, para adsorber, separar y recuperar petróleo crudo derramado en el mar por métodos magnéticos.

### METODOLOGÍA

Las nanopartículas de óxidos de hierro-NTHs se sintetizaron por el método de coprecipitación, usando cloruro férrico, cloruro ferroso, nanotubos de haloisita y amoníaco, los cuales fueron obtenidos de Sigma-Aldrich y utilizados sin purificar. Cloruro de sodio, aceite de carro de 30 grados API y un imán.

Recuperación de petróleo: Prueba ex situ

El agua salina para simular el agua de mar se preparó a una concentración de 2.5% p/p. Las pruebas se realizaron en una

caja Petri de vidrio, el agua salina simula el agua de mar, el aceite para motor de 30 grados API de densidad (0.8762 g/cm<sup>3</sup>) simula un petróleo crudo mediano. Después de colocar una capa de agua salina en la caja Petri y una ligera capa de aceite sobre el agua salina, se deja caer sobre el aceite las partículas de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NTHs, y se desplaza la capa de aceite sobre la superficie con un campo magnético. Se realiza lo mismo con magnetita para tener un marco de referencia.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Se formó un nanocomposito de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NTHs identificado por MEB (fig 1) y DRX (fig. 2). El nanocomposito presenta menor densidad que la magnetita.

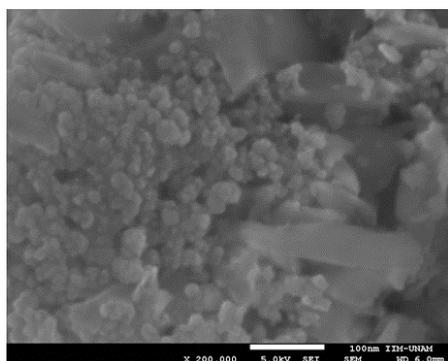


Figura 1. MEB de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NTHs

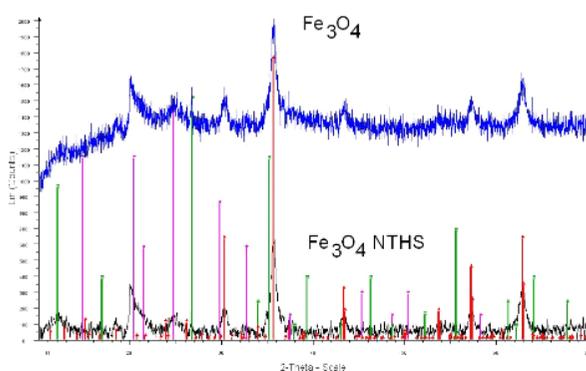


Fig.2. DRX del nanocomposito y Mag

Tabla 1 Densidad de los nanomateriales

Material	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Mag	5.001
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -NTHs	3.336

Tabla 2. Propiedades texturales de las muestras

Muestra	Área BET (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Vol. Total de Poro (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	Tamaño Medio de Poro (nm)
Mag	106.48	0.2525	9.4
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -NTHs	72.04	0.2023	11.2

Recuperación de aceite: Después de haber dejado el agua salina y el aceite en una condición del mar, se simuló la recuperación de petróleo y los resultados se muestran en la figura 3. Se observa en la que nanopartículas de magnetita, tienden a irse al fondo del recipiente presentando una interacción débil con el aceite (a). Las partículas de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NTHs se adhieren al aceite y tienden a dispersarse en el mismo (b). Cuando se aplica el campo magnético las partículas de mag-

netita tienden a alinearse, desplazando sólo ligeramente el aceite de la superficie (c) y la muestra de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NTHs con el campo magnético desplazan al aceite de la superficie en la dirección del movimiento del imán (d), su interacción con el aceite es fuerte, teniendo un mejor arrastre del aceite.

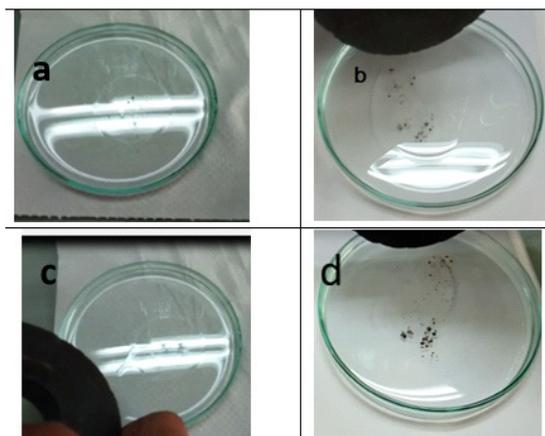


Figura 3. Micrografía de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NTHs

## CONCLUSIONES

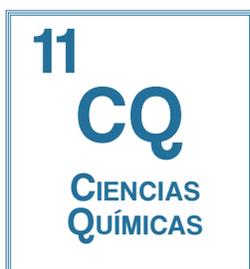
Se prepararon nanopartículas magnéticas formadas por Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> y nanotubos de haloisita. En pruebas preliminares presentan propiedades para adsorber, separar y recuperar aceites o petróleo derramado en el mar.

## AGRADECIMIENTOS

Se agrade el apoyo técnico de la M. en C. Sofía González Gallardo. Esta investigación fue realizada con fondos del proyecto DGAPA-UNAM PAPIIT RT101815

## REFERENCIAS

- [1] S. Othumpangat, V. Castranova, "Oil spills" Reference Module in Biomedical Sciences, from Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), pp. 677-681 (2014).
- [2] Zahn, M., Hatton, T. A., & Krushrushahi, S. R. (2012). US Patente n° US11581
- [3] Y. Chu, Q. Pan, "Three-dimensionally macroporous Fe/C nanocomposites as highly selective oil-absorption materials", ACS Appl. Mater. Interfaces 4 (5), pp. 2420-2425, (2012).
- [4] X. Gui, Z. Zeng, Z. Lin, Q. Gan, R. Xiang, Y. Zhu, A. Cao, Z. Tang, "Magnetic and highly recyclable macroporous carbon nanotubes for spilled oil sorption and separation", ACS Appl. Mater. Interfaces 5 (12) pp. 5845-5850, (2013)
- [5] A. Banerjee, R. Gokhale, S. Bhatnagar, J. Jog, M. Bhardwaj, B. Lefez, B. Hannoyer, S. Ogale, "MOF derived porous carbon-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanocomposite as a high performance, recyclable environmental superadsorbent", J. Mater. Chem. 22 (37), pp. 19694-19699, (2012).
- [6] Gutiérrez, M. (07 de 11 de 2012). EP Patente n° EP2520362.
- [7] D. G. Shchukin, G. B. Sukhorukov, R. R. Price, and Y. M. Lvov, "Halloysite Nanotubes as Biomimetic Nanoreactors", Small, 1, pp. 510-513, 2005.

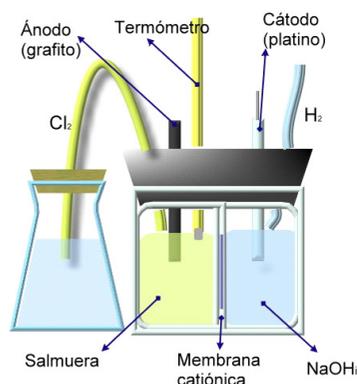


## Elaboración de celda electrolítica de membrana catiónica con electrodos de platino y grafito, para la producción de gas cloro e hidróxido de sodio a partir de salmuera a nivel laboratorio

Alejandra Angel Viveros, José de Jesús Pérez Saavedra,

Sección de Química Analítica, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM), Av. 1° de Mayo s/N, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México

Correo: [quimicaa@unam.mx](mailto:quimicaa@unam.mx)



### INTRODUCCIÓN

Se elaboró y probó una celda electrolítica con membrana de Nafion® 115, utilizando electrodos de grafito y platino para obtener gas cloro e hidróxido de sodio a partir de diferentes concentraciones de salmuera de cloruro de sodio, a nivel laboratorio.

La celda construida es una alternativa económica para el estudio de la electrólisis de una solución salina, permitiendo la obtención de los productos por separado.

Para establecer las condiciones de trabajo se realizó un diseño experimental en bloques, valorando las eficiencias de producción.

### ANTECEDENTES

Existen varias alternativas para el tratamiento de salmueras, entre ellas la producción de cloro gaseoso ( $\text{Cl}_2$ ) e hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) mediante la electrólisis.

Ésta se realiza mediante celdas electrolíticas; aplicando una corriente eléctrica externa para que se lleven a cabo reacciones químicas no espontáneas. La celda está constituida por un recipiente, un electrolito y dos electrodos conectados a una fuente de corriente continua, los cuales son inertes a la reacción química.

A nivel industrial, existen tres tecnologías principales para la producción de cloro gas, que difieren en el tipo de celda empleada: celdas de mercurio, celdas de diafragma y celdas de membrana.

El principio del funcionamiento de la membrana catiónica durante la electrólisis consiste en que al aplicar una diferencia de potencial eléctrico entre los dos electrodos, los iones sodio emigran a través de la membrana hacia el cátodo, donde se lleva a cabo la producción de iones hidróxido e hidrógeno, los iones cloro cargados negativamente se mueven hacia el ánodo y se oxidan produciendo cloro. La membrana catiónica previene la migración de los iones hidróxidos al compartimiento catiónico ya que ella solo es permeable para los cationes.

### OBJETIVO

1. Elaborar una celda electrolítica de membrana de intercambio catiónico con electrodos de grafito y platino y una membrana de intercambio catiónico

2. Determinar las condiciones óptimas de trabajo de la celda electrolítica mediante un diseño experimental de bloques, cuantificando los productos obtenidos.

### METODOLOGÍA

Elaboración de celda electrolítica.

La elaboración de la celda electrolítica consta principalmente de dos partes:

1. La cuba para la electrólisis.
2. Electrodos y fuente de poder.

La primera es un soporte de acrílico en el que se introducen los contenedores del ánodo y el cátodo a presión, prensando a la vez entre ellos la membrana; evitando así que se mezcle el contenido de los compartimientos.

Los contenedores del ánodo y cátodo son de acrílico, en su pared interior cuentan con una ventana en la que se coloca la membrana de Nafion® 115 pegada por ambos lados con cinta doble cara; el espacio de la ventana es de 25 x 30 mm de ancho y alto. La capacidad total de la celda es de 100 mL, 50 para el ánodo y 50 para el cátodo.

En el ánodo se utilizó un electrodo de grafito, para el cátodo se utilizó uno de platino. Ambos son materiales inertes a la reacción. El diámetro de los electrodos fue de 9 mm y se conectaron a una fuente de poder Extech® modelo 382270 en la salida de 30 V y 5 A modulados a su máximo.

Para determinar las condiciones óptimas de electrólisis se probaron distintas concentraciones de salmuera (g/L) a pH de 1, utilizando hidróxido de sodio en el cátodo como ca

talizador. Por ello se optó por un diseño de bloques aleatorizados. Se electrolizaron las soluciones durante 80 minutos con un voltaje de 31.4 V. En el compartimiento del cátodo se introdujo 50 mL de agua destilada o soluciones de NaOH al 1 y 2%. Una vez terminada la electrólisis, se procedió a determinar las concentraciones de los productos, reportando el porcentaje de conversión a NaOH y de . Mediante una tabla ANOVA se comprobó si existían diferencias significativas en la eficiencia de producción.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Se muestran los resultados de los tratamientos

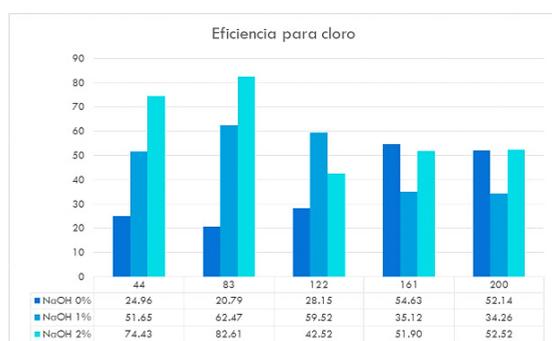


Gráfico 1 Eficiencia de producción de gas cloro

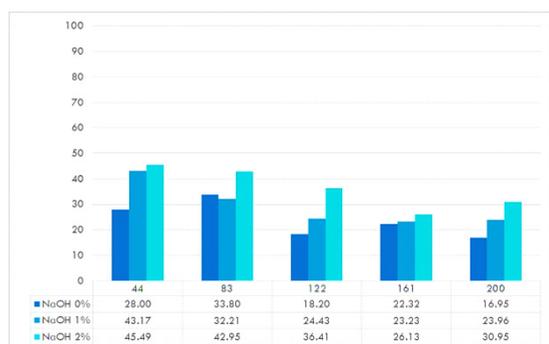


Gráfico 2 Eficiencia de producción de NaOH

## CONCLUSIONES

Dados los resultados correspondientes se puede concluir que:

- Menores concentraciones de NaCl con concentraciones mayores de NaOH inicial producen mayores eficiencias de producción.
- No existe una diferencia significativa en la producción de utilizando diferentes concentraciones iniciales de NaCl., pero si en la producción de NaOH
- El NaOH inicial funciona como catalizador, ya que existen diferencias significativas en la producción de y NaOH.

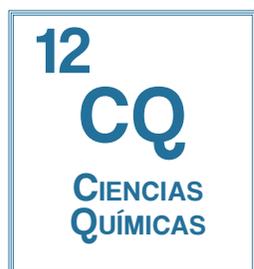
## AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo del programa PAPIME clave PE201214.

Dra. Ana Lilia Ocampo Flores por la donación de membrana

## REFERENCIAS

- Afrasiabi, N., & Shahbazali, E. (Noviembre de 2011). RO brine treatment and disposal methods. *Desalination & Water Treatment*, Vol. 35, págs. 39-53. doi:10/5004/dwt.2011.3128
- Bonet Rimbau, N. (2016). Modelización de la concentración de salmueras de desalinización mediante procesos de electrodiálisis. SOSTAQUA.
- Fernando, R. M. (2003). Tesis - Desinfección de agua tratada por medio de cloro gas, obtenido de la electrólisis de salmuera (NaCl). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- OCHOA J - R. (1996). *Electrosíntesis y Electrodiálisis, Fundamentos, aplicaciones tecnológicas y tendencias*. Madrid.
- Raymond, C. (1999). *Química (6° ed.)*. México: Mc Graw Hill.



## Elaboración de Microelectrodos Combinados de Plata-Platino con Aplicaciones Docentes

Anayansi Hazel Granados Ramírez, José de Jesús Pérez Saavedra.

Sección de Química Analítica, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM), Av. 1° de Mayo s/N, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México

Correo: [quimicaa@unam.mx](mailto:quimicaa@unam.mx)

### INTRODUCCIÓN

Se elaboró y probó un microelectrodo combinado de (Platino-  $\text{Ag}^\circ/\text{AgCl}$ ) a partir de dos capilares de vidrios (uno dentro del otro) el primero contiene el platino que debido sus propiedades es uno de los mejores conductores, el segundo es de plata con un recubrimiento de cloruro de plata ( $\text{AgCl}$ ) que mantiene constante la concentración para que pueda ser el electrodo de referencia, mientras que el platino ( $\text{Pt}$ ) es el electrodo indicador. La solución que contiene el sistema para cerrar el medio generando el intercambio iónico entre el electrodo de plata ( $\text{Ag}$ ) con la solución a valorar es una solución de cloruro de potasio saturado ( $\text{KCl}$ )sat a través de una fibra de algodón que transporta la solución hasta la alícuota y el electrodo indicador que tiene una salida directa hacia la alícuota terminan por cerrar el medio.

Para comparar la respuesta del microelectrodo elaborado con la del electrodo comercial, se efectuó la valoración de Sulfato Ferroso 0.01M con Sulfato Cérico 0.01M, en medio ácido sulfúrico que fue seguida potenciométricamente de manera simultánea con ambos electrodos.

### ANTECEDENTES

Los métodos potenciométricos de análisis se basan en las medidas del potencial de celdas electroquímicas en ausencia de corrientes apreciables. Dicho de otra manera, los métodos potenciométricos son aquellos que miden la diferencia de potencial entre dos electrodos de una célula galvánica en condiciones de intensidad de corriente cero, siendo su objetivo determinar la concentración de los analitos a partir de los datos de potenciales de electrodo.

Desde el comienzo del siglo XX, las técnicas potenciométricas se han utilizado para la detección de los puntos finales en los métodos volumétricos de análisis. Más reciente son los métodos en los que las concentraciones de los iones se obtienen directamente del potencial de un electrodo de membrana selectiva de iones [1,2].

### OBJETIVO

1. Elaborar un microelectrodos combinados, utilizando Plata y (Platino-  $\text{Ag}^\circ/\text{AgCl}$ ) para efectuar valoraciones redox.
2. Determinar la eficiencia de cada electrodo a través de la comparación del prototipo

### METODOLOGÍA

Elaboración de los microelectrodos.

La elaboración de los microelectrodos consta principalmente de dos partes:

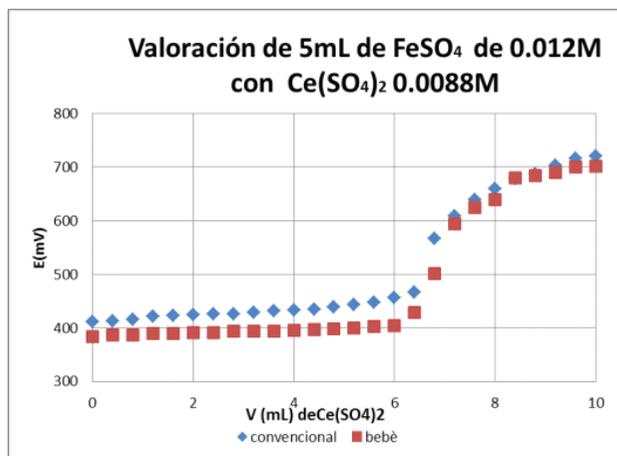
1. Un alambre de plata que en presencia de Cloruro de plata hace la función de un electrodo de referencia.
2. Un alambre de platino que hace la función de un electrodo indicador.

Los dos alambres se unen en un alambre coaxial formando el catodo y el ánodo. El electrodo indicador ( $\text{Pt}$ ) está dentro de un capilar de vidrio y este a la vez se introduce en un tubo de vidrio de 0.5 mm en el cual también va incluido el electrodo de referencia ( $\text{Ag}$ ) con un recubrimiento de  $\text{AgCl}$ . Para finalizar la referencia se rellena de una solución saturada de cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ) el cual se contacta con la solución a través de una fibra de algodón.

Estos se conectan a un multímetro en lugar de un potenciómetro, permite bajar de manera muy significativa el costo económico del desarrollo del equipo. Generando que el equipo sea mucho más accesible y logre estar al alcance de mayor gente dentro del ramo científico.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Se muestran los resultados de los tres prototipos de microelectrodos.



## CONCLUSIONES

Dados los resultados correspondientes a los microelectrodos se puede concluir que:

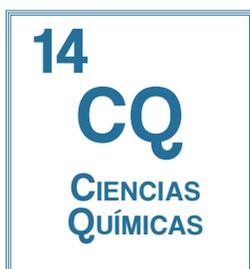
- a) Se lograron elaborar un microelectrodos para realizar titulaciones redox.
- b) No hay diferencia significativa entre el electrodo comercial y el electrodo alternativo.
- c) Los electrodos pueden usarse en aplicaciones docentes.
- d) El costo de elaboración es menor comparado con los electrodos convencionales
- e) Las dimensiones de los mismos permite efectuar valoraciones desde 1mL de alícuota.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco el apoyo al profesor José de Jesús Pérez Saavedra por su apoyo incondicional, a la UNAM quien me formo en todos los aspectos como profesional y como humano, y a mis padres por todo su amor.

## REFERENCIAS

- [1].Daniel Harris Análisis Químico Cuantitativo, 3era Edición 2007por Eleonora García
- [2].Baeza Reyes, Arturo de Jesús García Mendoza. Principios de electroquímica analítica. Facultad de Química. UNAM 2011



## Elaboración de microelectrodos combinados de plata-acero 316 electropulido con aplicaciones docentes

Jorge Nadurille Sánchez, José de Jesús Pérez Saavedra, Blanca Andrea Sánchez González.  
Sección de Química Analítica, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM), Av. 1° de Mayo s/N, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Correo: [quimicaa@unam.mx](mailto:quimicaa@unam.mx)

### INTRODUCCIÓN

Se elaboraron y probaron tres microelectrodos combinados de Plata/Acero 316 electropulido, para llevar a cabo titulaciones de Yoduros (I-) y aplicarlos en docencia tras comparar los resultados obtenidos con electrodos comerciales.

Las respuestas obtenidas son rápidas, los puntos de equivalencia son precisos, el error de las valoraciones es bajo y su elaboración es sencilla además de accesible en cuanto a costo y no es necesario utilizar puente de agar. Con los electrodos elaborados se pueden llevar a cabo valoraciones de 1 mL, sin aditamentos especiales, generándose un ahorro en reactivos, agua y residuos químicos.

De esta manera los microelectrodos elaborados pueden ser utilizados como electrodos comerciales ya que al aplicarle una prueba estadística de "t de Student" no se encuentra variación significativa comparando los resultados de los microelectrodos elaborados con electrodos comerciales.

### ANTECEDENTES

La potenciometría es una técnica electroanalítica con la que se puede determinar la concentración de una especie en una disolución empleando un electrodo de referencia (un electrodo con un potencial conocido y constante con el tiempo) y un electrodo de trabajo (un electrodo sensible a la especie) y un potenciómetro.

El electrodo indicador es de gran importancia en las medidas potenciométricas, ya que debe interactuar con la especie de interés, de manera que su potencial (Eindicador) refleje la actividad de esa especie en disolución y no la de otras especies que se encuentren en la misma muestra, que pueden representar interferencias.

La importancia de disponer de electrodos indicadores que respondan selectivamente a numerosas especies de interés analítico, ha estimulado el desarrollo de los mismos. En el presente trabajo se desarrollan y prueban microelectrodos combinados de Plata//Acero electropulido 316.

### OBJETIVO

1. Elaborar tres microelectrodos combinados, utilizando Plata y Acero 316 Electropulido para realizar titulaciones de yoduros
2. Comparar los datos obtenidos de cada uno de los microelectrodos con electrodos comerciales, determinando si hay diferencia significativa a través de una prueba estadística de t de Student.

### METODOLOGÍA

Elaboración de los microelectrodos.

La elaboración de los microelectrodos consta principalmente de dos partes:

1. Un alambre electropulido de Acero 316 que en presencia de nitrato de potasio hace la función de un electrodo de referencia.
2. Un alambre de plata que hace la función de un electrodo indicador.

Ambos alambres cuentan con las dimensiones: calibre 0.075mm de diámetro y 3.5cm de largo.

El alambre de plata con las dimensiones anteriores no requirió un tratamiento previo para fungir como electrodo indicador, sin embargo para el alambre electropulido de Acero 316 si era necesario. El método fue el siguiente:

Dos alambres de Acero 316, uno servirá como ánodo y otro como cátodo los cuales son sumergidos en una solución de Trióxido de Cromo 2.5M en Ácido Sulfúrico 5M y mediante una fuente de poder se les suministra 0.5 mA (miliAmperes) durante 30 segundos. De esta manera logramos tener el cátodo, que es utilizado, en presencia de nitrato de potasio como el electrodo de referencia. Posteriormente se hace el ensamble de los dos alambres usando como materiales adicionales: tubo de vidrio de 0.5 mm de diámetro, tubo capilar, cable coaxial y una fibra de algodón.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Se muestran los resultados de los tres prototipos de microelectrodos

## CONCLUSIONES

Dados los resultados correspondientes a los microelectrodos se puede concluir que:

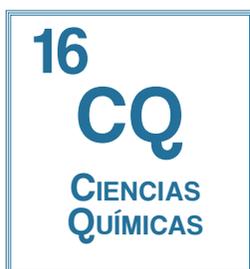
- a) Se lograron elaborar tres microelectrodos para realizar titulaciones de yoduros.
- b) No hay diferencia significativa entre los electrodos comerciales y los electrodos alternativos según la prueba estadística t de Student.
- c) Los Electrodoos pueden usarse en aplicaciones docentes.
- d) Las respuestas de lectura de potencial son rápidas (aproximadamente de 3 a 5 segundos por medición).
- e) Las dimensiones de los mismos permite efectuar valoraciones desde 1mL de alícuota.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo del programa PAPIME clave PE201214.

## REFERENCIAS

1. Antonio Doménech Carbó, Métodos Electroquímicos Aplicados Al Análisis Medioambiental. Universidad de Valencia España.
2. Baeza Reyes Alejandro, Adrián de Santiago, Química Analítica a Microescala Total. Facultad de Química. UNAM 2006
3. Baeza Reyes, Arturo de Jesús García Mendoza. Principios de electroquímica analítica. Facultad de Química. UNAM 2011
4. Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Fundamentos de Química Analítica. Barcelona España, Editorial Reverte 1997.
5. Frank Walsh, Un Primer Curso de Ingeniería Electroquímica, Editorial Club Universitarios, España.



## Electrodos POSAI como alternativa para valoraciones ácido-base

Cristian Macias Hernández, Rodrigo Montiel Franco, José de Jesús Pérez Saavedra, Julio César Botello Pozos  
Sección de Química Analítica, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán  
(UNAM), Av. 1° de Mayo s/N, Sta. María Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México

Correo: [quimicaa@unam.mx](mailto:quimicaa@unam.mx)

### INTRODUCCIÓN

La potenciometría es una de las técnicas instrumentales de análisis más empleadas para el seguimiento de valoraciones que involucran equilibrios ácido-base en el entorno académico de nivel licenciatura, sin embargo los costos de los potenciómetros y de los electrodos dificulta que las instituciones de educación superior puedan contar con el equipamiento necesario: En este trabajo se propone una alternativa para realizar la medición de dichas valoraciones, mediante el empleo de electrodos POSAI con lo cual no solo se reducen los gastos en aproximadamente 100 veces, sino que además es factible disminuir el volumen de valoración y con ello aminorar el gasto de reactivos y la generación de residuos.

### ANTECEDENTES

La potenciometría es una de las técnicas instrumentales de análisis más empleada, con ella es posible seguir valoraciones oxido-reducción, de halogenuros y ácido-base, estas últimas de manera común se incluyen en diversos cursos de química a nivel licenciatura. Sin embargo, para las instituciones de educación superior no siempre es fácil contar con un equipamiento adecuado y aunado esto a los costos cada vez más elevados de los electrodos dificulta el poder atender la amplia demanda que se suele tener.

Por otro lado, en muchos compendios de técnicas de análisis se suelen proponer valoraciones con volúmenes de al menos 25mL lo que implica un gasto en reactivos y la generación de cantidades considerables de residuos.

Lo anterior establece los antecedentes para que se busquen técnicas alternativas de bajo costo, y que permitan tener una disminución de residuos.

### OBJETIVO

Desarrollar y emplear un electrodo alternativo (POSAI) para el seguimiento potenciométrico de valoraciones ácido-base en sustitución de los electrodos tradicionales de vidrio para medición de pH.

### METODOLOGÍA

Se desarrollaron electrodos POSAI generando una película de óxido sobre acero 316.

Con la finalidad de probar el funcionamiento de los electrodos se realizaron valoraciones potenciométricas de ácido nítrico y de hidróxido de sodio (ambos empleados como analito y valorante). Para ello se emplearon tres niveles de concentración, considerando alícuotas de valoración menores o iguales a 10 mL empleando para el monitoreo del potencial electrodos POSAI así como un electrodo convencional de vidrio simultáneamente con el propósito de comparar las respuestas

Se realizó el análisis y comparación de las valoraciones mediante el gráfico  $E=f(V)$  y se determinó en todos los casos el punto de equivalencia mediante la primera derivada del potencial con respecto al volumen.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los electrodos POSAI (Película de Óxido Sobre Acero Inoxidable) pueden ser sensible a la concentración de protones en disolución ( $H^+$ ), por este motivo pueden ser utilizados en las titulaciones potenciométricas tanto como electrodo indicador así como de referencia (mantenido en una solución a concentración de  $H^+$  de esta manera el potencial será constante).

El funcionamiento de los electrodos POSAI para seguimiento de pH puede comprenderse a partir del análisis de la ecuación de Nernst de la siguiente manera:

$$E = E^0 + \frac{0.0592}{2} \log \frac{[FeO][H^+]^2}{[Fe^0][H_2O]}$$

$$E = E^0 + \frac{0.0592}{2} * 2 \log[H^+]$$

$$E = E^0 + 0.0592 \log[H^+]$$

$$E = E^0 - 0.0592 pH$$

Al realizar las valoraciones se obtuvieron resultados similares a los obtenidos con electrodos convencionales de pH (electrodos de vidrio), como puede observarse en las figuras 1 y 2 se obtienen curvas bien definidas con el comportamiento "típico" para sistemas ácido-base, lo que permite una adecuada determinación del punto de equivalencia para así poder realizar la cuantificación de analitos de interés.

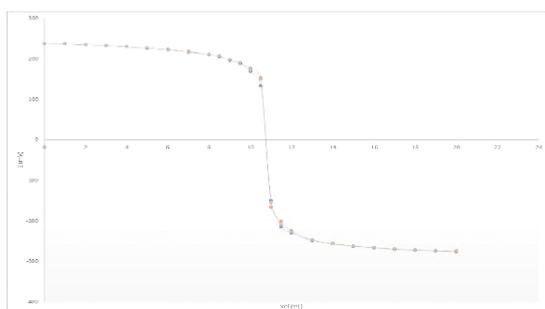


Figura 1. Valoración de NaOH 0.1 M, empleando HNO<sub>3</sub> como valorante y seguida con electrodo POSAI

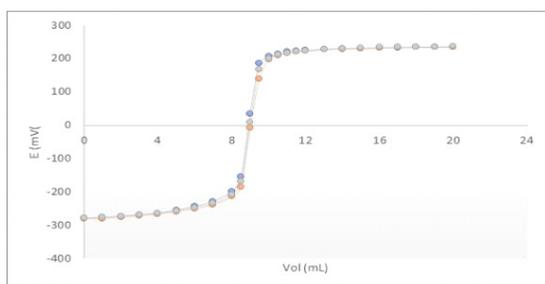


Figura 2. Valoración de HNO<sub>3</sub> 0.1 M, empleando NaOH como valorante y seguida con electrodo POSAI

## CONCLUSIONES

Se implementaron electrodos POSAI para realizar el seguimiento de valoraciones ácido-base en sustitución de electrodos de vidrio (tradicionales como electrodos indicadores de pH). El comportamiento de la curva de valoración y la determinación del punto de equivalencia son similares en valoraciones de hasta 0.001M.

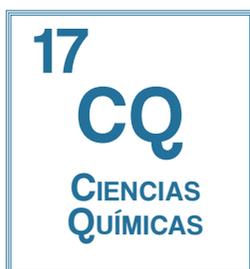
El empleo de estos electrodos alternativos permite realizar valoraciones de volúmenes iguales o menores a 10mL con lo que se tiene una disminución sustancial en el gasto de reactivos así como en la generación de residuos en comparación a lo que se tiene al realizar técnicas tradicionales de volumetría (volúmenes mayores o iguales a 25 y 50 mL). Se establece que estos electrodos pueden ser una adecuada alternativa para el seguimiento de valoraciones ácido-base en el ámbito de la docencia e incluso factibles de ser empleados en investigación y en el entorno industrial con una disminución en gastos de alrededor de 100 veces respecto a los electrodos tradicionales.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo otorgado por el proyecto PAPI-ME con clave PE201214.

## REFERENCIAS

- [1] Harris, D. (2007). Análisis químico cualitativo. 6ª ed. España: Reverté
- [2] Skoog, D., West, D., Holler, F. & Crouch, S. (2005). Fundamentos de Química Analítica. 8va ed. México: Thomson.



## Caracterización de polifenoles del extracto acuoso de marrubio (*Marrubium vulgare* L.) por electroforesis capilar

Misael Eulices Fernández Salazar<sup>1</sup>, María Gabriela Vargas Martínez<sup>1</sup>, Brígida del Carmen Camacho Enríquez<sup>2</sup>  
Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, <sup>2</sup>Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida 1° de Mayo, S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo México, Tel: 56232003.

Correo: [misael\\_fdz@yahoo.com.mx](mailto:misael_fdz@yahoo.com.mx), [gvargasm@unam.mx](mailto:gvargasm@unam.mx), [bcamachoe@gmail.com](mailto:bcamachoe@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se llevó a cabo la determinación de fenoles totales del extracto acuoso de marrubio por el método de Folin-Ciocalteu, además de la identificación de los polifenoles presentes en dicho extracto mediante la técnica de electroforesis capilar. Para lo anterior se estudiaron factores como el método de extracción 1) infusión, 2) ultrasonificación y 3) el tiempo de extracción. Los polifenoles identificados por este método fueron resorcinol, rutina, naringenina, catequina y arbutina.

### ANTECEDENTES

El marrubio (*Marrubium Vulgare* L.) es una planta de la familia de las labiadas, originaria de Europa, Asia y del norte de África; se ha naturalizado en muchas regiones del mundo, especialmente en América del Norte [1]. Se tiene referencia de que esta planta ha sido utilizada desde el siglo XVII para curar distintos padecimientos [2]. En la actualidad se han reportado artículos que mencionan la actividad que tiene el extracto acuoso del marrubio para tratar enfermedades como la diabetes debido a que baja los niveles de citoquinas y óxido nítrico que están relacionados con la diabetes mellitus de tipo 1 [3].

### OBJETIVO

Caracterizar los polifenoles presentes en el extracto acuoso de marrubio, mediante la técnica de electroforesis capilar, con el fin de contribuir a la descripción del perfil fitoquímico de la planta.

### METODOLOGÍA

**Muestra vegetal de marrubio:** se pesaron aprox. 1.0 g de hoja de marrubio y se agregaron 20.0 mL de agua desionizada a 60 °C y se llevó a cabo uno de los siguientes pretratamientos:

- 1) el método de infusión, solo reposando la muestra y
- 2) por ultrasonificación (90 min), así como:
- 3) la optimización del tiempo de extracción (60 y 90 min).

**Fenoles Totales:** Para la Curva de Calibración: se preparó una solución de [ácido gálico] 103.488 mg/L.

A partir de esta solución madre, se tomaron los volúmenes crecientes de alícuotas y se hicieron reaccionar

con 250.0 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu + 400.0 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7.5 % m/v aforando a 10.0 mL midiendo la absorbancia a 710 nm.

**Fenoles Totales del extracto de marrubio:** Se tomaron 400.0 µL del extracto y se hicieron reaccionar con 250.0 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu + 400 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7.5 % m/v, aforando 10.0 mL y se midió la absorbancia a 710 nm.

### Equipo

Se utilizó un equipo de Electroforesis Capilar P/ACE MDQ (Fullerton, CA, USA). Capilares de sílice fundida (50 µm de i.d., 51.1 cm de longitud total y 41.1 cm de longitud efectiva), detección a 200 nm, voltaje de 26 kV y 22 oC, con corrientes de 80 µA.

### Buffer óptimo de separación

Se utilizó una solución amortiguadora de boratos 50 mM (preparado a partir de tetraborato de sodio) ajustando el pH a 9.45 con adición de hidróxido de sodio 0.1 M.

### RESULTADOS PRINCIPALES

El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Folin-Ciocalteu usando ácido gálico como referencia. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 1.

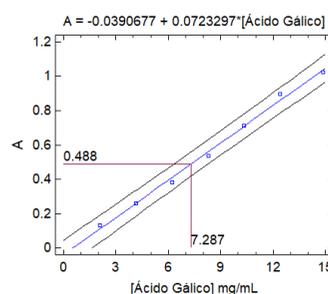


Figura 1. Ecuación, curva de calibración obtenida e interpolación del extracto de marrubio del contenido de Fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.

En el extracto acuoso de la muestra vegetal de marrubio se obtuvo una absorbancia de 0.488. Considerando las diluciones de la muestra, se obtuvo que el contenido de Fenoles totales en el marrubio es de 3.63 mg por cada gramo de hoja seca.

#### Comparación del mejor método de extracción de polifenoles de marrubio

Se prepararon los extractos acuosos de marrubio (ver procedimiento en apartado experimentación) por los métodos de infusión y sonicación, y se realizó la separación de los polifenoles por electroforesis capilar. En la figura 2 se observa el perfil electroforético del extracto acuoso de marrubio el cual muestra que la mayoría de los componentes se separan a un tiempo de migración menor de 20 minutos.

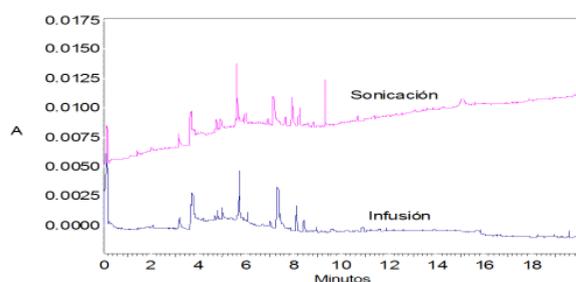


Figura 2. Electroferogramas de los extractos acuosos de marrubio usando diferentes métodos de extracción.

específicamente a los 9.8 minutos y una altura un poco mayor del pico a los 15.5 min, por lo que por esta razón, se seleccionó la ultrasonicación como el mejor método de extracción.

Con base en los electroferogramas de la figura 3 se concluye que el mejor tiempo de extracción de los polifenoles es de 60 min ya que la traza presenta señales más grandes y mejor definidas en comparación a 30 y 90 minutos de ultrasonicación.

Identificación de polifenoles en el extracto acuoso.

La identificación de los polifenoles contenidos en el extracto acuoso de marrubio, se realizó de la siguiente forma: 1) por comparación de los tiempos de migración con los del estándar, 2) observando el aumento en la señal del polifenol cuando se le adicionó el estándar que se sospecha y 3) comparando su espectro de absorción obtenido con el detector de arreglo de diodos con el del estándar.

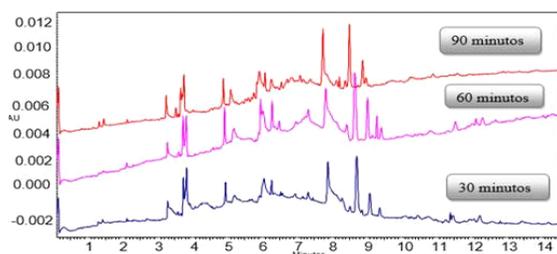


Figura 3. Electroferogramas del extracto de marrubio a diferente tiempo de ultrasonicación.

En la figura 4 se pueden observar las señales de los polifenoles identificadas del extracto acuoso de marrubio obtenido usando 60 min de sonicación, siendo los compuestos arbutina, naringenina, resorcinol, catequina y rutina.

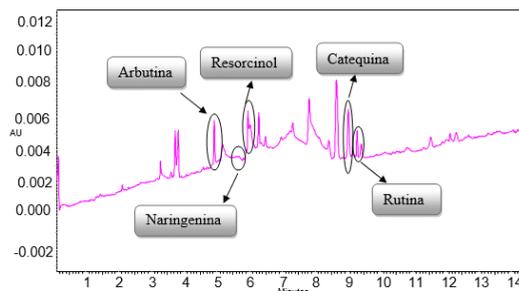


Figura 4. Traza del extracto acuoso de marrubio con los polifenoles identificados.

#### CONCLUSIONES

Con base al resultado obtenido con respecto a los fenoles totales del extracto acuoso de marrubio se puede decir que sí presenta una buena capacidad antioxidante con 3.63 mg de fenoles totales por cada gramo de hoja de marrubio.

En cuanto a la extracción de los polifenoles por el método de infusión y ultrasonicación se puede concluir que no hay gran diferencia en los dos métodos. Además de que se que contiene resorcinol, rutina, naringenina, catequina y arbutina.

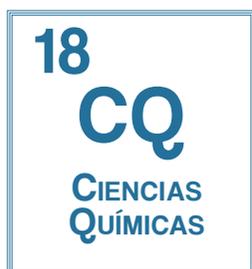
En conclusión el trabajo realizado es de suma importancia para describir el perfil fitoquímico que presenta el marrubio y poder aprovechar al máximo los productos que ofrece la naturaleza para mejorar la calidad de vida de las personas.

#### AGRADECIMIENTOS

A la D.G.A.P.A, UNAM por el financiamiento otorgado con el Proyecto PAPIME PE204814 titulado: "Actualización y Fortalecimiento de la enseñanza experimental de las asignaturas Farmacognosia y Fitoquímica de la carrera de Licenciado en Farmacia y Licenciado en Bioquímica Diagnóstica".

#### REFERENCIAS

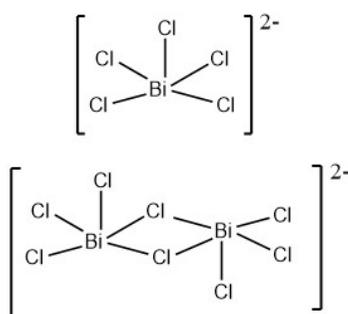
- [1] J.M. Blanco. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Obtenido de Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana.: <http://www.medicina-tradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Marrubium%20vulgare&id=7620> (10/03/2017)
- [2] F.J. Morandé. Medicamentos herbarios tradicionales 103 especies vegetales. PROTEGE .Chile. (2009).
- [3] M.F. Elmhdwi, M.A. Muktar. I.H. Attitalla. Hypoglycemic effects of Marrubium vulgare (Rubia).6, 4374-4388 (2015).



## Estudio de la problemática para la determinación de bismuto por EAA-GH

Rodrigo Gómez Flores, Alma Luisa Revilla Vázquez  
Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, F.E.S.C., U.N.A.M.,  
Av. Primero de mayo s/n. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. CP 54740. Tel 5623-2003.

Correo: [almarv@unam.mx](mailto:almarv@unam.mx)



### ANTECEDENTES

El bismuto es un elemento que ha sido utilizado por mucho tiempo en cosméticos, metalurgia y medicina. En medicina es utilizado para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales, como antiácido, en el tratamiento de úlceras pépticas y algunos tipos de gastritis [1]. No se considera un elemento necesario y se encuentra de 5-20µg en los alimentos ingeridos normalmente. Para poder determinarlo en trazas existen diferentes métodos, siendo uno de los métodos más factibles la espectroscopia de absorción atómica, con generador de hidruros (EAA-GH), debido a que esta técnica es selectiva e instrumental [2].

Debido a que el bismuto no se considera un elemento tóxico, aunque se han reportado casos donde el abuso de medicamentos que lo contienen, trae severas consecuencias [3], no tiene un estudio amplio para su determinación por EAA-GH, además, el BiH<sub>3</sub> se considera térmicamente inestable, descomponiéndose arriba de -45°C, aunque se ha estimado que su punto de ebullición es de 16°C [4, 5]. Generalmente se determina junto con otros elementos, como antimonio y arsénico, los cuales suelen ser más tóxicos y la investigación de estos es más extensa.

### OBJETIVO

En este trabajo se pretenden determinar las condiciones experimentales necesarias para poder generar de manera reproducible el hidruro volátil de bismuto y de esta manera poder obtener un método que pueda ser utilizado para determinar la cantidad de bismuto en una muestra real de manera confiable.

### INTRODUCCIÓN

La espectroscopia de absorción atómica con generador de hidruros permite la determinación de bismuto a nivel trazas (partes por billón). No existen estudios amplios sobre esta metodología principalmente porque el bismuto no se considera tóxico, sin embargo, debido a la falta de reproducibilidad de las metodologías reportadas en este trabajo se hace el estudio de las condiciones necesarias para obtener un método confiable y reproducible.

### METODOLOGÍA

Las condiciones iniciales de estudio son las reportadas por el fabricante [6] para ello se preparó HCl 5M y NaBH<sub>4</sub> 0.6% en NaOH al 0.5%, para la generación del hidruro, y tanto la muestra como los sistemas de la curva se aforaron con HCl 1M.

Con una sal de bismuto se preparó un stock de 3.75 ppm en Bismuto, aforando a 250ml con HNO<sub>3</sub> 5% y después se preparó la Sol C. tomando 1ml y aforando a 50ml con HNO<sub>3</sub> 5%. De la sol C se realizaron 6 sistemas, agregando 2, 4, 5, 6, 8, 10ml y aforando a 50ml con HCl 1M.

Para la determinación de bismuto se usó el equipo de absorción atómica SpectrAA.800 (Varian, Australia), con el generador de hidruros VGA77 (Varian), con flujos de muestra de 6ml/min, mientras para ácido y reductor 1ml/min. La longitud de onda fue 223.1nm, Slit 0.2 y una intensidad de 12mA.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Realizando el procedimiento reportado por el proveedor, no se lograron obtener buenos resultados, ya que las señales que se obtienen generalmente son muy bajas y algunas veces inconsistentes. El primer cambio que se realizó en el método fue pasar la concentración del HCl para generar el hidruro de 5M a 1M, ya que se encontró en la literatura que con esta concentración se obtienen mejores resultados [7]. Realizando este cambio se obtuvieron mejores resultados, pero no se pudieron obtener curvas con coeficientes de determinación mayores a 0.98 (Figura 1).

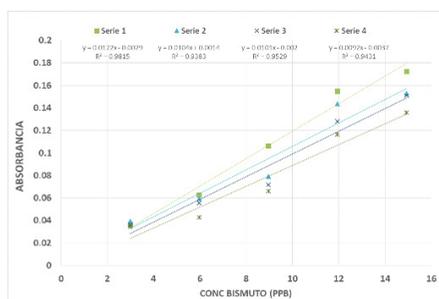


Figura 1. Resultados obtenidos usando HCl 1M.

Se evaluó entonces mantener la misma concentración, de ambos ácidos en todos los sistemas, ya que esta es diferente en todos los sistemas, haciendo dos pruebas diferentes para poder saber cómo afecta la concentración de estos en los datos obtenidos. Lamentablemente los resultados no fueron del todo aceptables aunque se pudo observar que variar la concentración de HNO<sub>3</sub> como la del HCl afectan a los sistemas, aunque es difícil encontrar un equilibrio en el que se mantengan estables las señales, ya que, al intentar repetir estos procedimientos, los resultados no han sido iguales. Se ha buscado información para entender la forma en la que interactúan los iones presentes encontrando que el bismuto forma tanto complejos con el ion cloruro como con el ion nitrato. por lo cual se realizó un diagrama de zonas de predominio, graficando pNO<sub>3</sub> contra pCl. (Figura 2).

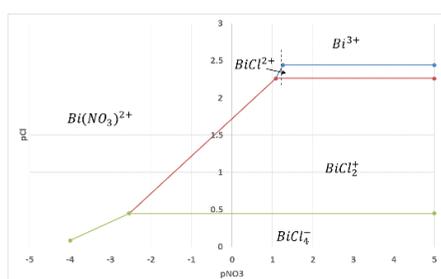


Figura 2. DZP para bismuto en función de nitratos y cloruros.

## CONCLUSIONES

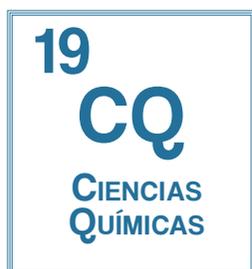
La determinación de bismuto por EAA-GH está influenciada por la presencia de nitratos y cloruros debido a la interacción de dichos aniones con el bismuto, y aunque existe bibliografía con condiciones reportadas no se han logrado resultados reproducibles. Se continúan realizando estudios a fin de obtener un método confiable y reproducible, que este adecuadamente fundamentado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNAM DGAPA por el apoyo al proyecto PAPIME PE205416, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial.

## REFERENCIAS

- [1] W.N. Lopes dos Santos, A. de F. Santos Junior, L. O. Bastos Silva, B. R. da Silva Santos, D. L. Franca da Silva. *Microchem. J.* 130, 147-152, (2017).
- [2] I. Kula, Y. Arslan, S. Bakirdere, S. Titretir, E. Kendüzler, O. Y. Ataman. *Talanta* 80, 127-132, (2009).
- [3] P.T. Reynolds, K. C. Abalos, J. Hoop, M. E. Williams. *Int. J. Clin. Med.* 3, 46-48, (2012).
- [4] N. Greenwood. *Chemistry of the Element 2a* ed. Ch. 13, 547-599, (1997).
- [5] R. Bruce King. *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*. Chichester: John Wiley & Sons, Vol. 1, 280-299, (1997).
- [6] Agilent Technologies. *Agilent Vapor Generation Accessory VGA 77 and VGA 77P*. 11<sup>a</sup> ed. Australia. (2014).
- [7] Y. Zhang, S. B. Adeloju. *Talanta* 76, 724-730, (2008).



## Aplicación de la espectrometría infrarroja cercana y el análisis de componentes principales para la estimación del contenido alcohólico de tequilas del CRT

J. Durán Ortiz<sup>1</sup>, G. Pérez Caballero<sup>1</sup>, J.M. Andrade Garda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Físicoquímica Analítica y Especiación Química. Unidad de Investigación Multidisciplinaria, FESC, Campo 4, Universidad Nacional Autónoma de México, C. Izcalli, 54700, Edo. Méx

<sup>2</sup>Departamento de Química Analítica, Universidad de Coruña, Campus Zapateira, s/n.15008, España.  
Correo: perezcg@unam.mx, andrade@udc.es

### INTRODUCCIÓN



El tequila es bebida alcohólica regional obtenida por destilación de mostos, preparados de las cabezas de Agave de la especie tequilana weber variedad azul, y sometidos a fermentación alcohólica con levaduras, siendo susceptibles los mostos de ser enriquecidos y mezclados con otros azúcares hasta en una proporción no mayor de 49% de azúcares reductores totales expresados. Existen varias clases de tequila, que de acuerdo al tiempo de maduración barricas de roble o encino, se distinguen por su color y graduación alcohólica.

La combinación de los datos FT-NIR (equipado con una esfera de integración más un émbolo de oro) y Análisis de Componentes Principales (PCA) permitió el desarrollo de modelos óptimos para estimar el contenido alcohólico de tequilas en forma rápida y económica, sin la necesidad que el analista que utilice los modelos sea un experto en quimiometría. Hasta dónde es de nuestro conocimiento, el uso de esta combinación de accesorios y técnicas quimiométricas, no se ha reportado para estos fines, por lo que este logro es muy importante y se debe profundizar su estudio.

### ANTECEDENTES

Existen varias clases de tequila que, de acuerdo al tiempo de maduración barricas de roble o encino, se distinguen por su color y graduación alcohólica lo que les confiere muy diferentes aromas y sabores:

- > Tequila blanco o plata. Se obtiene después de la destilación y se embotella casi de inmediato, es incoloro y tiene una graduación mínima de 38° GL y una máxima de 46° GL.
- > Tequila reposado. Está en reposo por lo menos dos meses; es más suave que el blanco con un color natural dorado tenue o ámbar claro. Su graduación es de 38 ° GL.
- > Tequila joven u oro. Es el resultado de las mezclas de Tequila blanco con Tequilas reposados y/o añejos y/o extra añejos.
- > Tequila añejo. Su proceso de maduración de mínimo un año. Su graduación es de 38 a 40° GL.
- > Tequila extra añejo. Lleva un proceso de maduración de por los menos tres años en contacto directo con la madera de roble o encino y su graduación es de 38 a 40° GL [1].

### OBJETIVO

En el presente trabajo se desarrollaron modelos quimiométricos para estimar el contenido alcohólico de

tequilas provistos por el Consejo Regulador del Tequila (CRT) de forma rápida y económica, a partir de datos FT-NIR y su tratamiento mediante Análisis de Componentes Principales (PCA) [2].

### METODOLOGÍA

Muestras: Se midieron 170 muestras de tequilas de todas las clases (65 blancos, 19 Jóvenes, 53 reposados, 22 añejos y 11 extra-añejos).

Equipo: Espectrofotómetro FT-NIR, Perkin Elmer FRONTIER IR DUAL-RANGE SYSTEMS.

Software: GenEx©[MultiDAnalysisAB, Göteborg, Suecia).

Obtención de espectros FT-IR de 10000 a 4000 cm<sup>-1</sup>: 2 mL de tequila se colocaron en una celda cuarzo sobre la que se puso un émbolo de oro (0.5 mm paso óptico). Se corrigió la línea base de cada espectro y se ajustó a cero de Absorbancia. Se conformaron las matrices para la construcción de los modelos.

### RESULTADOS PRINCIPALES

La Figura 1 muestra el diagrama de scores obtenido en el plano PC1-PC2 con centrado en la media. En este diagrama se visualiza la formación de dos grupos a lo largo de PC1.

En el grupo de la izquierda se aprecia una mayor concentración de muestras (scores) con respecto al de la derecha. Ambos contienen muestras pertenecientes a las cinco clases de tequilas.

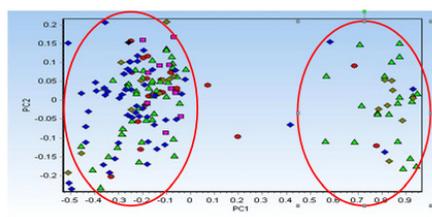


Figura 1. Diagrama de scores PC1 vs PC2 de brutos centrado en la media, de 10000 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ .

Dado que las señales de los grupos O-H y C-H son en gran medida las responsables del espectro NIR, se infirió si estos grupos podrían estar relacionados con el contenido etanólico de los tequilas. Para comprobar esta suposición, se prepararon seis soluciones a diferentes porcentajes de etanol (30, 38, 40, 46, 50 y 60), cuyos espectros NIR se introdujeron a la matriz de trabajo y se realizó un PCA (PC1= 92.6% y PC2= 3.3%) considerando sólo la clase de los tequilas blancos. Estas muestras fueron identificadas en color amarillo (Figura 2) las cuales se ubicaron a lo largo de PC1. Se pudo constatar que a medida que el valor de PC1 aumentaba, el porcentaje de etanol era mayor.

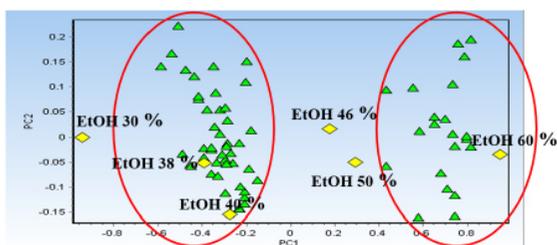


Figura 2. Diagrama de scores PC1vs PC2 de tequilas blancos y soluciones EtOH:H<sub>2</sub>O a diferentes porcentajes de EtOH, centrado en la media, de 10000 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ .

Con referencia a estos puntos, se estableció una escala con 5 intervalos en función del % etanol a lo largo de PC1, según la Figura 3.

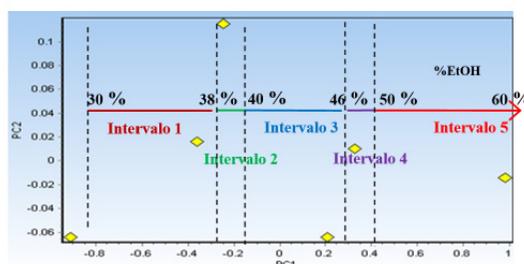


Figura 3. Escala con 5 intervalos en función del % de Etanol a lo largo del eje PC1.

Ahora bien, para probar la validez de dicha escala, tomando en cuenta el % etanólico de 165 tequilas (información proporcionada por el CRT) se verificó si dicho contenido coincidía con los intervalos establecidos.

La Tabla 1 resume dichos resultados, donde se pudo constatar que los tequilas con menor reposo fueron predichos con un mayor porcentaje de eficiencia. En general, el modelo tiene un 87.87 % de eficiencia en la predicción cualitativa de contenido alcohólico.

Tabla 1. Asignación de los tequilas a los intervalos según su contenido alcohólico

Clase	No. total	Asignación correcta	Asignación incorrecta	% Eficiencia*
Blancos	63	57	6	90.47
Reposados	50	44	6	88.00
Jóvenes	19	17	2	89.47
Añejos	22	18	4	81.10
Extra añejos	11	9	2	81.81
Total	165	145	20	87.87

\* Eficiencia=muestras predichas de cada clase/muestras totales de cada clase

## CONCLUSIONES

La combinación de los datos FT-NIR (equipado con una esfera de integración más un émbolo de oro) y las técnicas quimiométrica PCA, permitió el desarrollo de modelos óptimos para estimar el contenido alcohólico de los tequilas.

La aplicación de este modelo permitirá la detección del contenido alcohólico de tequilas en forma muy rápida y económica, sin la necesidad que el analista que utilice los modelos sea un experto en quimiometría.

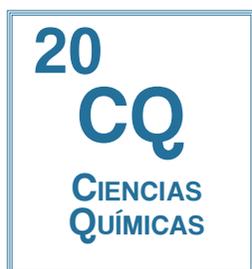
## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Regulador del Tequila por el suministro de las muestras de tequilas, lo cual hizo posible la realización del presente trabajo.

El Grupo QANAP (Química Analítica Aplicada) Agradece A la Xunta de Galicia la Financiación como Grupo de Referencia Competitivo.

## REFERENCIAS

- [1] Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones.
- [2] A. Hirokazu. (2007). Near-Infrared Region Measurement and Related Considerations FTIR. Talk Letter. 9, 06-07.



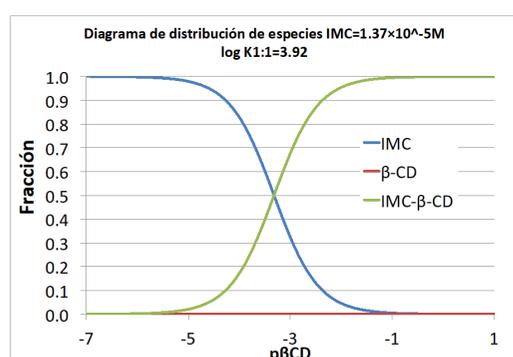
## Estudio de la formación del complejo de inclusión indometacina- -Ciclodextrina por UV-vis e ITC

Adrián Ricardo Hipólito Nájera<sup>1</sup>, Daniel Sanchez Garduño<sup>1</sup>, Ma. Del Rosario Moya Hernández<sup>1</sup>,  
Rodolfo Gómez Balderas<sup>1</sup>, Alberto Rojas Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fisicoquímica Analítica UIM FES-C UNAM, Km 2.5 Carr. Cuautitlán Teoloyucan Cuautitlán Edo. De Méx.

<sup>2</sup>Química Analítica UAM-I, San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, AP 55-534, Ciudad de México, Méx.

Correo: arnhrcp@hotmail.com



### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza el estudio por espectroscopía UV-vis y calorimetría de titulación isotérmica (ITC) del complejo de inclusión de Indometacina (IMC) con  $\beta$ -CD en un sistema acuoso a diferente pH. El estudio por UV-Vis se realiza por el método de relaciones molares y el uso de SQUAD y Medusa. Los resultados con  $\beta$ -CD a pH 7 y 5 son  $\log K_{1:1}=3.9259$  y  $3.9209$ , respectivamente. Se realizaron estudios de igual manera con la técnica ITC para  $\beta$ -CD e IMC. Con este experimento se lograron obtener además de  $\log K_{1:1}=3.261$ , los valores termodinámicos  $\Delta H=-773\text{cal/mol}$ ,  $\Delta S=12.32\text{cal/mol}$ ,  $\Delta G=-4448.35\text{cal/mol}$ .

### ANTECEDENTES

La indometacina (IMC) es un fármaco AINE descubierta en 1963, aprobada por la FDA en 1965. Actúa como inhibidor de prostanoideos mediados por COX-1 y COX-2 en los sitios de inflamación. Se receta para: artritis reumatoide, osteoartritis, espondilitis anquilosante, gota, bursitis, tendinitis, etc. Los efectos adversos de la IMC son: sangrado GI, dolor abdominal, acidez, náusea, estomatitis, mareos, etc [1-3]. La  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ -CD) es un producto de degradación del almidón específicamente por la enzima ciclomaltodextrina glucanotransferasa (CGT) de la bacteria *Bacillus macerans* [4].

Se le llama complejo de inclusión cuando una molécula huésped se localiza dentro de la cavidad de la ciclodextrina (CD). Se ha demostrado que la parte de los huéspedes más hidrófoba es la que entra en la cavidad apolar de la CD [4]. La hidrofobicidad, puentes de hidrógeno y las interacciones de van der Waals pueden ser las fuerzas que promueven la complejación. También se cree que las moléculas de agua que escapan de la cavidad crean una inestabilidad termodinámica lo cual vuelve al sistema disperso y reordenado [4]. El estudio de IMC con diferentes CD's ha sido estudiado desde 1975 por diferentes métodos de síntesis y diferentes técnicas analíticas. Se ha encontrado que la IMC se incluye por el grupo benzoilo además de que al estar incluida la IMC en la CD aumenta su solubilidad aparente, su efecto antiinflamatorio y disminuye su efecto ulceroso en comparación con IMC no compleja-

da. El estudio por ITC (ITC, por sus siglas en inglés) provee una ruta de caracterización de equilibrios de interacciones no covalentes directa y exacta. La técnica ITC ayudará a entender mejor las propiedades del complejo de inclusión, pues se sabe que la acción del fármaco se relaciona a su concentración en el sitio de acción, pero las propiedades fisicoquímicas determinarán la distribución del fármaco en el cuerpo [5].

### METODOLOGÍA

#### Espectroscopía UV-vis (Relaciones Molares).

Se toma una alícuota de 5mL de IMC de concentración  $1.38 \times 10^{-5}$  M se coloca en agitación. Se realizan adiciones de una solución de  $\beta$ -CD de concentración  $1.74 \times 10^{-3}$  M aumentando de esta manera la relación molar  $\beta$ -CD/IMC. A cada adición de volumen de  $\beta$ -CD se realiza la medición del espectro de UV-vis y de pH

Esta metodología se repite modificando el buffer de fosfatos a pH 5.

#### Calorimetría de Titulación Isotérmica (ITC)

Valoración: Se toman 1.4mL de solución de IMC  $5.53 \times 10^{-4}$  M (0.5548 mM) (pH=10.1) se vierte en la celda de reacción y en la celda de referencia. Se toma un volumen suficiente de la solución de  $\beta$ -CD  $1.74 \times 10^{-2}$  M (pH=11.21) para colocarlo en la jeringa de inyección. Se realizan 70 adiciones de 4  $\mu$ L de  $\beta$ -CD con 400 segundos de separación entre adición y se registran los cambios de temperatura en cada adición.

Dilución: Se toman 1.4 mL de solución de NaOH  $1.20 \times 10^{-3}$  (pH=11.69) y se vierten en la celda de reacción y en la

celda de referencia, Se toma un volumen suficiente de la solución de  $\beta$ -CD (pH=11.21) para colocarlo en la jeringa de inyección. Se realizan 70 adiciones de 4  $\mu$ L de  $\beta$ -CD con 400 segundos de separación entre adición y se registran los cambios de temperatura en cada adición.

## RESULTADOS PRINCIPALES

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el experimento en agua desionizada a pH=7.06 y 4.97 por espectroscopía UV-vis.

Los espectros obtenidos por UV-vis se analizan usando el programa SQUAD. Los resultados obtenidos por SQUAD se muestran en la Tabla 1. La formación del complejo 1:1 esperado es efectiva.

**Tabla 1. Resultados a pH 7.06 y 4.97 por el método de relaciones molares por UV-vis**

pH	log $K_{1:1}$	$\sigma$	$U$
7.06	3.9259	$9.91 \times 10^{-4}$	$7.53 \times 10^{-4}$
4.97	3.9209	$5.56 \times 10^{-4}$	$2.52 \times 10^{-4}$

Para los experimentos de ITC, se obtuvo un valor de  $\log K_{1:1}=3.261$  para un complejo de inclusión de relación 1:1 y valores termodinámicos de  $\Delta H=-773\text{cal/mol}$ ,  $\Delta S=12.32\text{cal/mol}$ ,  $\Delta G=-4448.35\text{cal/mol}$ .

Estos resultados confirman que el complejo IMC- $\beta$ -CD se forma a temperatura ambiente (25°C) de estequiometría 1:1, con valores de  $\log K_{1:1}$  entre 3 y 4.

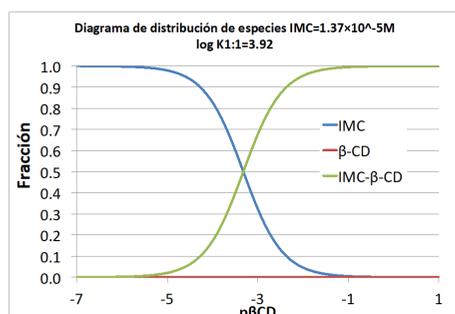


Figura 1. Diagrama de distribución de especies. Se construyó con MEDUSA usando el valor de  $\log K=3.92$  y una concentración de  $[\text{IMC}]_{\text{TOT}}=1.37 \times 10^{-5}$  M.  $\log[\text{CD}]_{\text{TOT}}=-p\beta\text{CD}$ .  $\text{CD}=\beta\text{-CD}$ .

Con estos datos se puede realizar un diagrama de distribución de especies (Fig. 1, usando MEDUSA) en donde se observa que a valores de  $p\beta\text{-CD}$  menores de 3 se favorece la formación del complejo 1:1.

## CONCLUSIONES

Se determinó la constante de inclusión del complejo Indometacina- $\beta$ -CD por espectroscopía ultravioleta visible, por el método de relaciones molares, usando SQUAD a pH 7 y 5  $\log K_{1:1}=3.9259$  y  $3.9209$ , respectivamente.

Los valores termodinámicos derivados de ITC fueron  $\log K_{1:1}=3.261$ ,  $\Delta H=-773\text{cal/mol}$ ,  $\Delta S=12.32\text{cal/mol}$ ,  $\Delta G=-$

$4448.35\text{cal/mol}$ . para un complejo de inclusión de relación 1:1.

Se confirmó la formación del complejo Indometacina- $\beta$ -CD a diferentes valores de pH

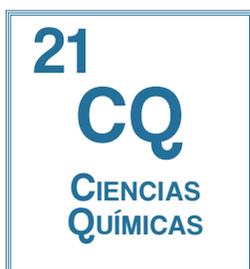
## AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por la Beca Nacional para Estudios de Posgrado No. Registro:300687.

Al Dr. Miguel Costas Basín por su orientación en los experimentos de ITC.

## REFERENCIAS

- [1] Andrade, T. C., Martins, R. M., & Freitas, L. A. P. (2015). Powder Technology, 270, 453-460.
- [2] Rainsford, K. D. (2007). Inflammation in the Pathogenesis of Chronic Diseases (pp. 3-27). Netherlands: Springer
- [3] Valentovic, M. (2007). Indomethacin. xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference. 1-5
- [4] Kurkov, S. V., & Loftsson, T. (2013). Cyclodextrins. International journal of pharmaceuticals, 453(1), 167-180.
- [5] Bernardi, A., et al. (2009). Cancer Letters, 281(1), 53-63.



## Separación y cuantificación de Al(III) y Fe(III) mediante extracción líquido-líquido con oxina en muestras de cemento portland

M. Galicia Pérez, Ramírez Díaz, P. Hernández Matamoros., A. Revilla Vázquez  
 Química Analítica. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.  
 Ave. 1° de Mayo S/N, Santa María las Torres, 54740 Cuautitlán Izcalli, Méx. Tel: 56232013

Correo: : yazzlunagalicia@gmail.com, pablohdez@unam.mx



### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la separación selectiva de Fe (III) y Al(III) en muestras de cemento portland. Primero se realiza un estudio teórico para ajustar el pH que permita la separación selectiva de los cationes, posteriormente se hace una propuesta experimental para la elaboración de una curva de calibración como método de cuantificación y por último se aplica el método de análisis en muestras de cemento portland (gris).

### ANTECEDENTES

La extracción líquido-líquido es una de las operaciones de laboratorio más importantes para la separación de mezclas homogéneas líquidas. Uno o varios componentes disueltos inicialmente en una fase acuosa son transferidos a una fase orgánica. Esta transferencia del soluto a la fase orgánica depende de factores experimentales como son: relación de volúmenes ( $r$ ), pH de la fase acuosa, disolventes, etc.

Es claro que para favorecer la formación del quelato metálico un factor importante es el pH que es impuesto en la fase acuosa.

En los cursos de Química Analítica que se imparten en la FES-Cuautitlán el estudio de la extracción líquido-líquido es importante en la comprensión de la separación de trazas metálicas con la ayuda de agentes extractantes como la Ditionona, Tenoiltrifluoroacetona, Oxina, etc. Sin embargo, las prácticas propuestas son de tipo cualitativo ignorando las ventajas que la extracción puede ofrecer en métodos cuantitativos. Algunas de estas ventajas son:

- > La mayoría de quelatos metálicos tienen color en fase orgánica que pueden ser cuantificados mediante espectrofotometría.
- > Los coeficientes de absorptividad molar son altos por lo tanto es posible su cuantificación a nivel de trazas.
- > En mezclas de varios metales es posible ajustar el pH de la fase acuosa que favorezca la transferencia selectiva de alguno de los cationes metálicos.

### OBJETIVO

Efectuar la separación selectiva de Fe (III) y Al(III) en muestras de cemento Portland mediante extracción líquido-líquido con oxina, y así mismo realizar la cuantificar estos iones metálicos mediante espectrofotometría de absorción atómica.

### METODOLOGÍA

-Solución estándar de Al (III) y Fe (III) de 10 ppm.

Colocar en un matraz volumétrico, 1 mL de la solución de 1000 ppm de aluminio y 1 mL de la solución de 1000 ppm de hierro y aforar a 100 mL.

-Solución de Oxina [HOX] de concentración 0.01 M en cloroformo. Pesar la cantidad de oxina necesaria para preparar la solución y disolver en cloroformo hasta su disolución total, transferir a un matraz seco y limpio de 100 mL y llevar al enrase con cloroformo (cuidado con la volatilidad del cloroformo).

-Solución problema. Pesar exactamente alrededor de 100 mg de cemento gris, agregar 5 mL de HCl 1:1 (v/v) agitar por 10 minutos y calentar hasta la evaporación del ácido. Los residuos del fondo del vaso se redisuelven con HCl de concentración (1:100), se agita por espacio de 5 minutos y se observa que la solución sea transparente y de ser necesario filtre y enrase a 100 mL con el HCl (1:100).

Sistema	mL Sol.Std (Al y Fe)	mL Buffer pH=2.7	mL HOX en CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	mL Vol. H <sub>2</sub> O	mL HOX f. orgánica
Blanco	0	3	1	6	5
1	1	3	1	5	5
2	2	3	1	4	5
3	3	3	1	3	5
4	4	3	1	2	5
5	5	3	1	1	5

Preparación de las curvas de calibración. En embudos de separación de 60 mL preparar los sistemas de la tabla 1, los volúmenes de estándar de Fe, Al, y oxina en fase orgánica, se deben tomar con pipetas volumétricas, además, adicionar hasta el final el volumen de fase orgánica.

Preparar el problema de la siguiente manera:

Sistema	mL Sol. prob cemento	mL Buffer pH=2.7	mL HOX en CH <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	mL Vol. H <sub>2</sub> O	mL HOX f. orgánica
Problema	1	3	1	5	5

Agitar los sistemas por 3 minutos y dejar reposar para la separación de las fases, medir la absorbancia de la fase orgánica a una  $\lambda$  de 470 nm para la determinación de Fe(III).

Recuperar toda la fase acuosa y adicionar los volúmenes indicados en la tabla 2.

Sistema	mL Vol. Fase acuosa	mL Buffer pH=8.5	mL HOX f. orgánica
Blanco	10	10	5
1	10	10	5
2	10	10	5
3	10	10	5
4	10	10	5
5	10	10	5
Problema	10	10	5

Agitar los sistemas por 3 minutos y dejar reposar para la separación de las fases, medir la absorbancia de la fase orgánica a 420 nm para la determinación de Al (III).

## RESULTADOS PRINCIPALES

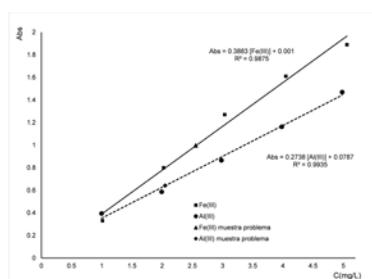


Figura 1. Curva de calibración para Fe(III) y Al(III) y su análisis de regresión.

Las curvas de calibración para los Oxinatos en fase orgánica presentan una relación lineal porque su  $R^2 > 0.98$  y las ordenadas al origen cercanas a cero.

La cuantificación del cemento comercial se realiza por interpolación y se consideran las diluciones respectivas. La tabla 3 contiene los porcentajes en peso (%) de  $Fe_2O_3$  y  $Al_2O_3$  en la muestra comercial.

Tabla 3. Porcentaje de Oxidos de Hierro y Aluminio en cemento

Muestra	masa pesada (mg)	% $Fe_2O_3$	% $Al_2O_3$
A	110	3.335	3.531

Se realizara el análisis de varias muestras de cementos portland de diferentes marcas que se incluirán posteriormente.

## CONCLUSIONES

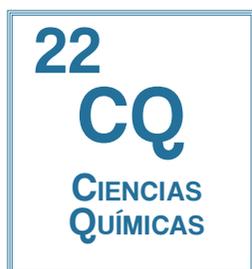
- Se realiza la propuesta experimental para separar Fe y Al mediante extracción liquido-liquido utilizando a oxina como agente extractante a pH impuesto
- Del estudio teórico de extracción para los cationes, se establece que el intervalo de pH debe estar entre 1.6 - 3.2 para la separación de Fe(III) y un intervalo de pH de 4.2 -10 para la extracción del Al(III).
- Las curvas de calibración correspondientes se obtienen al medir las fases orgánicas en un espectrofotómetro Visible, demostrando que es posible separar y cuantificar mezclas de iones mediante extracción liquido-liquido
- Se realiza el análisis de una muestra de cemento portland y se determina el %  $Fe_2O_3$  y %  $Al_2O_3$ , es posible incluir a futuro algunos otros cementos portland.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNAM DGAPA por el apoyo al proyecto PAPIME PE205416, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial.

## REFERENCIAS

- [1] Cheng, K.L., Handbook of Organic Analytical Reagents, 2da ed. CRC Press Inc, Boca Raton Florida, (1982).
- [2] Valcárcel Cases, M., Técnicas Analíticas de Separación, Reverté, Barcelona España, (1988).
- [3] Valcárcel Cases, M., Teórica y práctica de extracción líquido-líquido, Reverté, Barcelona España, (1988).



## Cuphea aequipetala Cav. (hierba del cáncer): una fuente natural para la síntesis de nanopartículas de plata y su aplicación en la degradación de un colorante

Elizabeth Castro Ramírez, Brígida del Carmen Camacho Enríquez, Flora Adriana Ganem Rondero, Roberto Díaz Torres, Alejandra Sánchez Barrera, Mario Arturo Morales Delgado.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1 Av. 1 de Mayo, Col. Santa María las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, Laboratorio L-324, Farmacognosia

Correo: [elymelyis@gmail.com](mailto:elymelyis@gmail.com)



Figura 1 Ejemplar de *Cuphea aequipetala* Cav. del herbario de la FES-Iztacala

### INTRODUCCIÓN

Las nanopartículas han recibido considerable atención en los últimos años debido a su amplia gama de aplicaciones como: catálisis, biotecnología, aplicaciones farmacéuticas, control de la contaminación ambiental, etc. Existen diferentes métodos de obtención, entre los que destaca aprovechamiento de los extractos vegetales como agentes reductores por ser una fuente no contaminante. El propósito del proyecto es sintetizar nanopartículas de plata (NP's Ag), empleando extracto acuoso de la hierba del cáncer (*Cuphea aequipetala* Cav.) como agente reductor, investigando las mejores condiciones de obtención de las NP's Ag que cumplan con parámetros de calidad como tamaño y polidispersión. Se consideraron diferentes factores como volumen de nitrato de plata, volumen de extracto, temperatura, adición de polímeros, pH y se tomó en cuenta la influencia de estos en el tamaño de partícula y polidispersión.

### ANTECEDENTES

Las características excepcionales de las NP's Ag los han hecho aplicables en diversos campos, actualmente esas aplicaciones son sumamente variadas, sin embargo, una de las aplicaciones que presentan mayor interés corresponden al campo de acción de la catálisis química. Las NP's Ag se han sintetizado mediante técnicas fisicoquímicas como la reducción química, la radiación de rayos gamma, la microemulsión, el método electroquímico, microondas y la reducción fotoquímica. Estos métodos tienen un rendimiento efectivo, pero están asociados con algunas limitaciones; como el uso de productos químicos tóxicos, el alto costo operacional y el gasto de energía. Teniendo en cuenta los inconvenientes de los métodos fisicoquímicos, es más rentable y eficiente, considerar alternativas para la síntesis de NP's Ag utilizando microorganismos, extractos de planta y los polímeros naturales como agentes reductores, y cuyo desarrollo se está dando de forma rápida [2].

### OBJETIVO

Sintetizar nanopartículas de plata utilizando como agente reductor extracto de *Cuphea aequipetala* Cav., para su caracterización y aplicación en una reacción química.

### METODOLOGÍA

1. Selección de la parte a utilizar de la materia prima vegetal
2. Control de calidad de la materia prima vegetal
3. Determinación de las condiciones de la síntesis de nanopartículas plata, utilizando los factores: volumen de extracto, volumen de nitrato de plata, temperatura, adición de polímeros, etc.
4. Caracterización de las nanopartículas de plata.
5. Reacción de reducción del anaranjado de metilo por medio de un monitoreo con UV-Vis

### RESULTADOS PRINCIPALES

La planta se recolectó en la localidad de Canalejas del municipio de Jilotepec, Estado de México. Para la elaboración del extracto se utilizaron las hojas, utilizando como método de extracción una digestión, en una concentración de 10% y temperatura de 60°C.

Las condiciones de síntesis de NP's Ag fueron: 11 mL de nitrato de plata 0.001 M y 0.5 mL de extracto acuoso a una temperatura de 15-20°C, se realizó un segundo sistema en las mismas condiciones anteriormente mencionadas pero se adicionaron 960 µL de polietilenglicol (PEG).

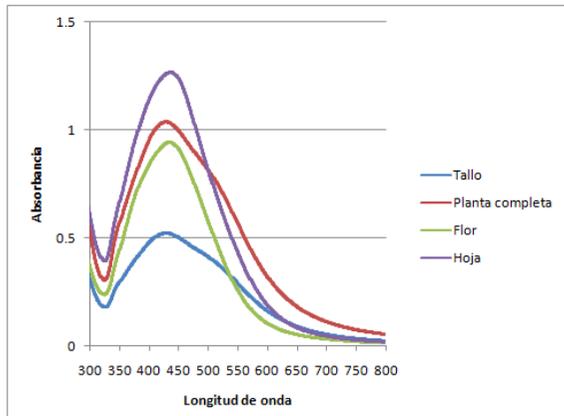


Figura 2. Espectro UV-Vis, comparación de las diferentes partes de la planta en formación de Np's Ag

Se dio seguimiento a la reacción por medio de un espectro UV-Vis, en el que se observó la banda característica de las nanopartículas de plata a una longitud de onda de 425 nm., en la que se manifiesta el fenómeno de plasmón de superficie.

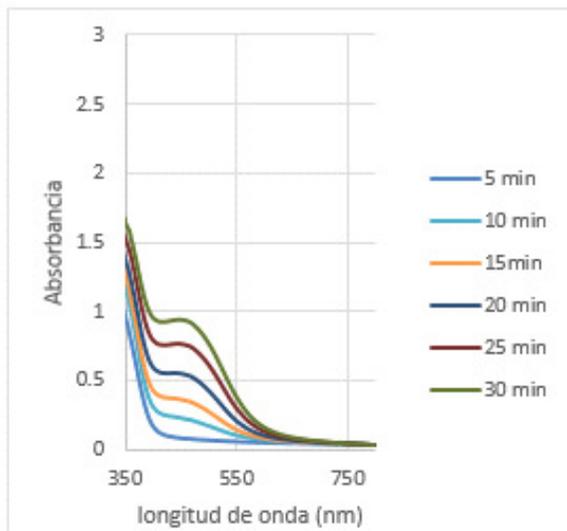


Figura 3. Seguimiento de formación de Np's Ag por espectrofotometría UV-Vis

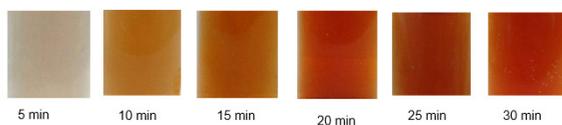


Figura 4. Cambio de coloración durante la síntesis de Np's Ag

Se determinó el tamaño de partícula con el Z-sizer; Malvern, NanoZS90 obteniéndose nanopartículas de 45.64 nm con un porcentaje de polidispersión 90.6%. Con la adición de polímero (PEG) el tamaño fue de 76.52 nm con un porcentaje de polidispersión 98.4 %. Por último, se ensayaron las Np's Ag obtenidas en la reducción del anaranjado de metilo; un colorante azoico que constituye un contaminante ambiental común con un alta toxicidad.

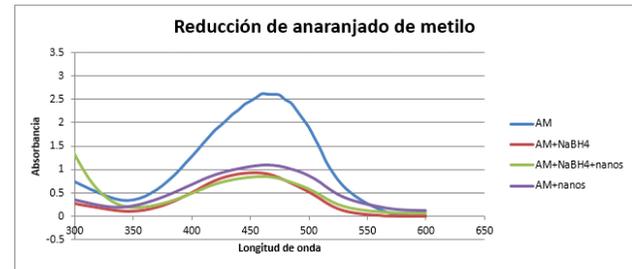


Figura 5. Seguimiento de la reducción de anaranjado de metilo por espectrofotometría UV-Vis

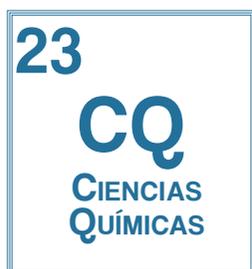
## CONCLUSIONES

Se llevó a cabo la síntesis y caracterización de las nanopartículas NP's Ag encontrando las mejores condiciones de síntesis y a su vez éstas cumplieron con parámetros de calidad tales como tamaño de partícula y polidispersión.

Las nanopartículas resultaron ser un catalizador en la reacción de reducción de anaranjado de metilo.

## REFERENCIAS

- [1]CONABIO. (24 de julio de 2009). Malezas de México. (H. Vibrans, Editor) Recuperado el 20 de enero de 2017, de Malezas de México: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lythraceae/cuphea-aequipetala/fichas/ficha.htm#9>. Referencias
- [2]Kameswara, S., Dayal, D., Bahadur, D., Kumar, P., & Nath, S. (febrero de 2016). Green Synthesis of Silver Nanoparticles: A Review. *Green and Sustainable Chemistry*, 6, 34-56.
- [3]UNAM. (2009). Biblioteca digital de la Medicina Tradicional Mexicana. Recuperado el 09 de enero de 2017, de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7686>



## Optimización del método de preparación de NLC, para el encapsulamiento de valerato de estradiol

M.T. Pineda Hernández<sup>1</sup>, F. A. Ganem Rondero

Tecnología Farmacéutica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1, UNAM, Av. 1° de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno, 58740 Cuautitlán Izcalli, Edo. De Méx.

Correo: [terepinher.qfb@gmail.com](mailto:terepinher.qfb@gmail.com), [ganemq@hotmail.com](mailto:ganemq@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La terapia estrogénica menopáusica se refiere al uso de estrógenos exógenos para mujeres durante el periodo de la menopausia debido a que la disminución de sus niveles provoca síntomas como bochornos, sudoración excesiva, insomnio, labilidad emocional y depresión, además de condiciones que se han vuelto comunes en el periodo posmenopáusico tales como la osteoporosis y la enfermedad cardíaca isquémica.

Uno de los estrógenos utilizados en el tratamiento de trastornos de la menopausia es el valerato de estradiol, con el cual se busca obtener una formulación en la que el fármaco sea incluido en NLC y se logre la liberación sostenida de este activo.

Se hizo la preparación de NLC placebo por el método de alto cizallamiento en caliente, y se caracterizaron por tamaño de partícula (TP) e índice de polidispersión (IP).

Las condiciones que fueron optimizadas son: tipo de lípido líquido, tiempo de emulsificación, y proporción lípido sólido-lípido líquido.

### ANTECEDENTES

Los estrógenos son hormonas endógenas con numerosas actividades fisiológicas y se pueden encontrar en tres formas en el cuerpo humano: estrona (E1), estradiol (E2) y estriol (E3), siendo el más potente naturalmente el segundo. El E2 es el estrógeno predominante durante el periodo de premenopausia y éste disminuye después de la menopausia [1].

El déficit estrogénico ocasiona una serie de síntomas y signos a corto, mediano y largo plazo [2]. A corto plazo sofocos, sudoración, insomnio, depresión y pérdida de la memoria, afectan en promedio a un 75% de las mujeres y a la tercera parte de ellas les impide realizar una vida normal. A mediano plazo alteraciones en el aparato genito-urinario como incontinencia, urgencia miccional y vaginitis atrófica las cuales van a deteriorar en gran medida la calidad de vida de la mujer, todavía joven y a largo plazo van a ser muy importantes para la mujer, y con gran repercusión sobre la salud pública [2] sobre todo la osteoporosis y la enfermedad cardiovascular, la cual es la tercera causa de muerte en mujeres postmenopáusicas [3], por lo que una terapia estrogénica menopáusica, sería una excelente opción para el tratamiento y prevención de los trastornos de la menopausia.

Los NLC, están formados por la mezcla de un lípido sólido y un lípido líquido (aceite), los cuales son dispersos en medio acuoso con un tensoactivo como estabi-

lizador. Los NLC tienen una estructura cristalina en la cual la matriz formada por el lípido sólido y el lípido líquido contiene muchas imperfecciones parecidas a rocas con diferentes formas, y estas imperfecciones aumentan la capacidad de carga del fármaco[4].

### OBJETIVO

Optimizar el método de preparación de NLC para el encapsulamiento de valerato de estradiol (VE).

### METODOLOGÍA

**Prueba de solubilidad:** Se colocó 1 mL de los lípidos líquidos miriristato de isopropilo, glicerol, Labrafac, Labrasol, Lauroglicol y Capriol 90 en viales y se agregó VE hasta su saturación, agitando durante 48 h. Posteriormente se colocó en un tubo Eppendorf y se centrifugó a 17000 rpm/10 min, se tomó una alícuota de 100µL y se colocó en un matraz volumétrico de 10 mL, llevando al aforo con etanol. Se midió la absorbancia en el espectrofotómetro UV-Vis (U-5100, HITACHI, Japón) a una  $\lambda = 281$  nm para calcular la concentración de VE (método analítico previamente validado,  $y = 0.0059x + 0.0086$   $R^2 = 0.9999$ )

**Optimización del método de preparación de NLC:** Los NLC fueron preparados por la metodología descrita por por la técnica de dispersión homogenización a alto cizallamiento, en donde el homogenizador tipo rotor-estator (Ultra-Turrax® T18 basic) fue usado para producir emulsiones

con los lípidos fundidos (fase oleosa) y el estabilizante (fase acuosa) las cuales se hacen enfriar para obtener NLC.

Condición	Variables
Tipo de lípido líquido	Lauroglicol Capriol 90 Labrasol
Tiempo se emulsificación	5, 8, 12 min
Proporción LS:LL*	90:10 80:20 70:30

\*Lípido sólido:Lípido líquido

Se preparó 50 mL de dispersión de NLC, en donde para realizar la emulsión se utilizó como lípido sólido dibehenato de glicerilo (Compritol 888 ATO®) y diferentes lípidos líquidos en varias proporciones (Tabla 1); los lípidos se fundieron a una temperatura de 90° C. Se utilizó como estabilizante el poloxámero 188 (Lutrol® F-68) al 5% (p/v). Se homogenizó a 20 000 rpm/ 90° C por diferentes tiempos (Tabla 1), y finalmente se agitó mecánicamente con una barra magnética durante 5 min/ 5° C.

**Caracterización de NLC:** Los NLC se caracterizaron por tamaño de partícula (TP) e índice de polidispersión (IPD) por medio del Zetasizer (nano-ZS90, Malvern Instruments, Reino Unido), después de diluir la dispersión 1:2 en agua destilada.

Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa Statgraphics versión 17.

## RESULTADOS PRINCIPALES

**Pruebas de solubilidad:** En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos. Se escogieron los lípidos líquidos que presentaran mayor solubilidad que en Labrafac para continuar con la optimización de los NLC (Labrasol, Capriol 90 y Lauroglicol), debido que en trabajos previos se observó que con éste lípido (Labrafac) se logran encapsular 27 mg de VE y se pretende encapsular una mayor cantidad.

Lípido líquido	Solubilidad (mg/mL)
Labrasol	72.74
Miristato de isopropilo	22.94
Labrafac	25.96
Glicerol	Insoluble
Lauroglicol	45.78
Capriol 90	65.68

\*Lípido líquido

**Optimización del método de preparación de NLC:** En la tabla 3 se presentan los resultados de la optimización del método de preparación por su caracterización por TP e IPD y de acuerdo a las pruebas estadísticas ANOVA y múltiples rangos (95% de confianza).

Condición	Lípido Líquido	
	Labrasol	Capriol
Tiempo de emulsificación	5 min	5 min
Proporción LS:LL*	80:20	80:20
TP (nm)	232.73	103.03
IPD	0.318	0.244

\*Lípido sólido:Lípido líquido

## CONCLUSIONES

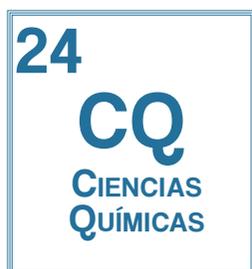
Al obtener las condiciones óptimas para la preparación de NLC placebo, se espera lograr encapsular una mayor cantidad de VE que las ya reportadas con Labrafac.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca 272135 y al proyecto PAPIIT IN 216016.

## REFERENCIAS

- [1] Yoo, J. W., & Lee, C. H. (2006). Drug delivery systems for hormone therapy. *Journal of Controlled Release*. (112), 1-14.
- [2] Martín Azaña, M., & Iglesias Goy, E. (1999). Terapia Hormonal sustitutiva en la menopausia. *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*, 23(2), 33-44.
- [3] INEGI. (26 de mayo de 2016). Estadísticas de Mortalidad. Recuperado el 08 de octubre de 2016, de Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- [4] Müller, R., Petersen, R., Hommoss, A., & Pardeike, J. (2007). Nanostructured lipid carriers (NLC) in cosmetic dermal products. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 59,522-530.



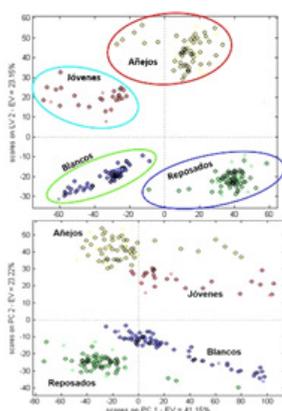
## Aplicación de Técnicas Supervisadas para la autenticación de tequilas del CRT a partir de datos FT-MIR

Pérez-Caballero<sup>1</sup>, I. Jiménez-Rabadán<sup>1</sup>, Y.E. Molina-Rentería<sup>1</sup>, J.M. Andrade-Garda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorios de Físicoquímica Analítica y Especiación Química. Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Campo 4, Universidad Nacional Autónoma de México., México.

<sup>2</sup>Sección de Química Analítica. Universidad de Coruña, Campus Zapateira, España.

Correo:perezcg@unam.mx, andrade@udc.es



### INTRODUCCIÓN

El tequila es una bebida alcohólica mexicana reconocida mundialmente por su sabor único. Se puede clasificar de acuerdo con su tiempo de reposo en barricas de roble o encino. El tequila plata o blanco es el resultado de la doble destilación; el reposado es aquel que ha sido envejecido por lo menos 2 meses; el añejo aquel que ha permanecido por lo menos 1 año en barricas y el extra añejo más de 3 años. El tequila Joven u oro, es el resultado de la maduración en barrica por un periodo menor a dos meses o bien, de la combinación de un tequila blanco con un reposado o incluso con un añejo o extra añejo.

Es este estudio, se trabajaron 235 muestras de tequila proporcionadas por el Consejo Regulador del Tequila (CRT) para construir modelos matemáticos que emplean técnicas quimiométricas de clasificación supervisadas, tales como PLS-DA, PCA-DA, KNN, SIMCA y PF.

### ANTECEDENTES

**PLS-DA** (Análisis Discriminante de Mínimos Cuadrados Parciales) es una técnica de clasificación lineal que combina las propiedades de regresión parcial de mínimos cuadrados con el poder de una técnica de edificación [1]. **PCA-DA** (Análisis de componentes principales y análisis discriminante) es una combinación de PCA y un análisis discriminante (DA). **DA** es una técnica fundamentado en la determinación de las funciones discriminantes lineales multivariantes, lo que maximiza la relación de las variaciones entre clases y minimiza la relación de las varianzas dentro de la clase [2]. **KNN** (Vecino más cercano: k-nearest neighbor) es una técnica no paramétrica que clasifica un objeto desconocido con base en su mínima distancia [3]. **SIMCA** (Análisis de clases por modelación suave e independiente: Soft Independent Modelling of Class Analogy) es una técnica que utiliza la distribución normal multivariable para modelar las clases sobre la base de sus variaciones de datos y utiliza una matriz de covarianza [4]. **PF** (Funciones de Potencia) Estas funciones crean límites entre las clases, considerando la suma de las funciones de densidad que rodean cada punto multivariado. Se construye una región de Gauss bidimensional para cada clase usando dos ejes de PCA [5].

### OBJETIVO

Llevar a cabo un análisis comparativo entre diferentes modelos elaborados por técnicas quimiométricas de clasificación supervisadas a partir de datos espectrométricos FT-MIR para su discriminación por clases que permitan su autenticación.

### METODOLOGÍA

**Muestras:** 235 tequilas del CRT (71 blancos, 29 jóvenes, 74 reposados, 40 añejos y 21 extra-añejos). Los añejos y extra añejos se consideraron como un sólo grupo. **Obtención de datos:** los espectros FT-MIR con un espectrómetro Perkin Elmer FT-IR/NIR Frontier, detector Smiths-Smiths DuraSampler II equipado con un dispositivo ATR de diamante, en el intervalo de 4000 a 450  $\text{cm}^{-1}$ . **Pretratamiento:** Conversión a Absorbancia, Corrección ATR, Corrección manual de línea base y Ajuste a cero.

**Muestras de validación externas:** 5 Blancos, 4 Jóvenes, 4 Reposados y 6 Añejos. Software: GenEx© (MultiDAnalysis AB, Göteborg, Suecia). Matlab© (The MathWorks, Massachusetts, E.U.A.) Classification Toolbox para Matlab (v.3.1) [2].

### RESULTADOS PRINCIPALES

- **PLS-DA:** Para este modelo, se emplearon 4 componentes, autoescalado, criterio de asignación bayes y validación cruzada de persianas venecianas con grupos de 10. La

varianza fue del 87%, con un error de 0.0%.

- **PCA-DA:** El modelo óptimo fue obtenido con una función lineal, 5 componentes y una variación explicada del 92%. (Figura 2).

La Fig. 1 muestra el gráfico de la variable latente 1 vs variable latente 2, donde se observan claramente las cuatro clases de tequilas

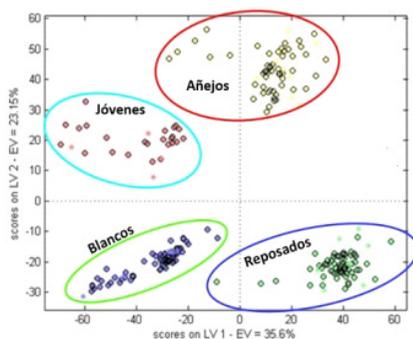


Figura 1. Variable Latente 1 vs. Variable Latente 2

Con un error de calibración del 0.0% (cross validation) y de 0.0% para validación. Los parámetros de desempeño fueron altamente satisfactorios.

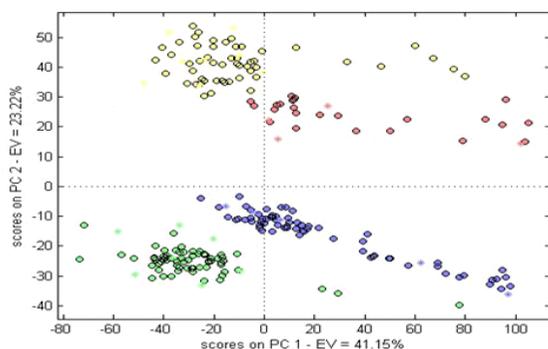


Figura 2. PCA-DA. Diagrama de scores PC1 vs. PC2

- **KNN:** produjo muy buenos resultados, con características de desempeño satisfactorias para calibración y validación. Para la construcción de este modelo se usó autoescalado,  $k=1$  (persianas venecianas y validación cruzada, 10 grupos de cancelación sobre el conjunto de calibración), y distancia Euclidiana como medida de similitud.

- **SIMCA:** Estos modelos se desarrollaron con 3 componente principales por cada clase y auto escalado. Los porcentajes de variación explicada fueron para blancos del 85%, jóvenes del 88%, reposados 80% y añejos del 85%. Los parámetros de desempeño fueron satisfactorios, con una exactitud global del 100% y razón de error: 0.0 % para calibración y 0.0% para validación.

Los mejores resultados de modelado fueron con suavizado de 1.0 para blancos, 0.7 para jóvenes, 0.4 para reposados y 0.7 para añejos

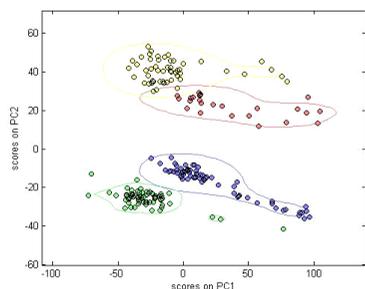


Figura 3. Diagramas de scores por clase

- **Funciones de Potencia (PF):** Se partió de una matriz de datos autoescalados con kernel type gaussiano, validación cruzada por persianas venecianas en grupos de 10, percentil 95% y 3 componentes principales (Figura 3).

En este caso se observó que, aunque la mayoría de las muestras empleadas de calibración fueron asignadas (66 TB, 25 TJ, 67 TR y 53 TA), hubo 13 no lo fueron a ninguna clase (4 blancos, 2 jóvenes, 4 reposados y 3 añejos) dando un valor del 6%.

## CONCLUSIONES

El presente estudio involucró hasta ahora, el mayor número de tequilas. KNN, siendo una técnica de clasificación simple, produjo excelentes resultados. Asimismo, los modelos construidos por técnicas PLS-DA y PCA-DA presentaron valores de parámetros de desempeño y exactitudes muy satisfactorios. Sin embargo, SIMCA, aunque los valores de desempeño y exactitud fueron satisfactorios, los porcentajes de varianza para cada componente fueron relativamente bajos. En el caso de PF, los resultados no se consideran ya que, si bien los parámetros de desempeño son satisfactorios, el número de muestras no asignadas por clase es significativo (10%).

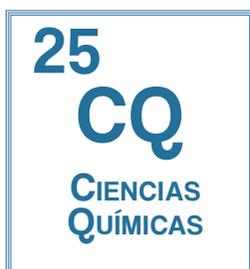
Los resultados presentados indican que las medidas espectroscópicas de FT-MIR en combinación con las técnicas quimiométricas supervisadas (en particular, métodos no lineales de clasificación), constituyen una estrategia viable para autenticar y clasificar a los tequilas.

## AGRADECIMIENTOS

Se extiende un amplio agradecimiento al Consejo Regulador del Tequila por el suministro de las muestras de tequilas. El Grupo QANAP (Química Analítica Aplicada) agradece a la Xunta de Galicia la Financiación como Grupo de Referencia Competitivo.

## REFERENCIAS

1. D. Ballabio, V. Consonni. Classification tools in chemistry. Part 1: Linear Models. PLS-DA. Analytical Methods, 5, 3790-3798 (2013).
2. I. Arvanitoyannis, M. Katsota, E. Psarra, E.H. Soufleros, S. Kallithraka Application of quality control methods for assessing wine authenticity: Use of multivariate analysis (chemometrics). Trends in Food Science and Technology, 10, 321. (1999).
3. M. D. García, Ponderación local evolutiva de la regla KNN. (2013). Tesis de Doctorado. Universidad de Sevilla. 7-14.
5. D.L. Massart et all. Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Part A and B. Amsterdam, Elsevier. (1997).



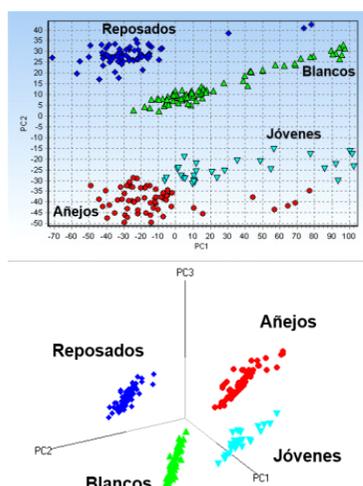
## Autentificación de tequilas mediante técnicas quimiométricas supervisadas y no supervisadas a partir de datos FT-MIR

I. Jiménez-Rabadán<sup>1</sup>, G. Pérez-Caballero<sup>1</sup>, Y.E. Molina-Rentería<sup>1</sup>, J.M. Andrade-Garda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorios de Físicoquímica Analítica y Especiación Química. Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Campo 4, Universidad Nacional Autónoma de México., México.

<sup>2</sup>Sección de Química Analítica. Universidad de Coruña, Campus Zapateira, España.

Correo: perezcg@0unam.mx, andrade@udc.es



### INTRODUCCIÓN

La producción del Tequila está regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI, la cual clasifica esta bebida en cinco variedades: Blanco, Joven, Reposado, Añejo y Extra Añejo.

El Consejo Regulador del Tequila (CRT), es la entidad encargada de realizar la verificación de todo el proceso de producción, así como de la calidad del producto.

Para dicho propósito, se estudiaron 220 muestras que fueron proporcionadas por el CRT mediante técnicas supervisadas (Support Vector Machines [SVM], Curvas de Potencia [PC]) y no supervisadas (Análisis de Componentes Principales [PCA], Análisis Cluster [CA]) para su autentificación.

El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer diferentes alternativas de clasificación a partir de los espectros en Infrarrojo Medio con Transformadas de Fourier (FT-MIR).

### ANTECEDENTES

El Tequila es una bebida mexicana con Denominación de Origen, la cual se obtiene a partir de una doble destilación del jugo fermentado (mosto), proveniente del Agave Tequilana Weber variación azul. De acuerdo a la NOM-006-SCFI [1]. Se puede clasificar en las siguientes variedades según el tiempo en contacto directo con barricas de encino o roble blanco: Blanco (embotellado sin reposo), Joven (hasta 2 meses de reposo), Reposado (desde 2 meses a menos de 1 año de maduración), Añejo (de 1 año a máximo 3) y Extra Añejo (más de 3 años de reposo).

En los métodos quimiométricos de clasificación existen, a su vez, dos tipos: univariante y multivariante (tales como PCA, CA, SVM y PC). Siendo PCA y CA métodos no supervisados y SVM y PC métodos supervisados.

### OBJETIVO

Elaborar modelos de clasificación con los datos espectrométricos FT-MIR de 220 muestras proporcionadas por el CRT a través de técnicas quimiométricas supervisadas (SVM y PC) y no supervisadas (PCA y CA) para realizar una comparación entre ellas.

### METODOLOGÍA

**Muestras:** 220 tequilas del CRT (71 blancos, 27 jóvenes, 69 reposados, 35 añejos y 18 extra-añejos). Los tequilas añejos y extra añejos se consideraron como un sólo grupo.

**Obtención de datos:** los espectros FT-MIR fueron obtenidos, con un espectrómetro Perkin Elmer FT-IR/NIR Frontier, con un dispositivo ATR de diamante, de 4000 a 450  $\text{cm}^{-1}$ . **Pretratamiento:** Conversión a Absorbancia, Corrección de ATR, Corrección manual de línea base y Ajuste a cero. **Muestras de validación externas:** 5 Blancos, 4 Jóvenes, 4 Reposados y 6 Añejos. Software: GenEx© (MultiDAnalysis AB, Göteborg, Suecia).

### RESULTADOS PRINCIPALES

#### Modelos No Supervisados

- Análisis de Componentes Principales (PCA)

El modelo óptimo se obtuvo con datos brutos y autoescalado a partir de 220 muestras de tequilas. La variación acumulada por 3 componentes fue de 85.0% (PC1=40.8, PC2=23.37, PC3=21.0). La Figura 1 a) y b) representa los diagramas de scores en los subespacios PC1-PC2 y PC1-PC2-PC3, respectivamente. En ambos casos es posible apreciar, la formación de 4 conjuntos de tequilas (blancos, jóvenes, reposados, añejos).

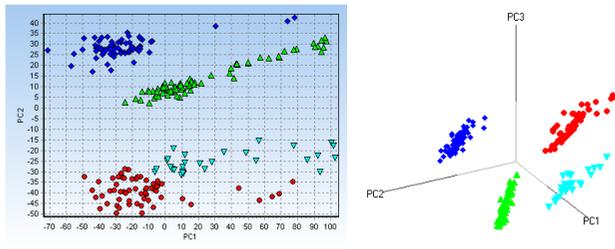


Figura 1. Diagrama de scores con datos brutos, autoescalado, intervalo de 450-4000 cm<sup>-1</sup> Subespacio PC1-PC2 b) Subespacio PC1-PC2-PC3

- **Análisis Cluster**

El dendrograma óptimo fue obtenido con Algoritmo de Ward y distancia Manhattan. En él se presenta, en primera instancia, dos conglomerados: 1) Tequilas blancos y jóvenes y 2) Tequilas reposados y añejos. A su vez, en cada conglomerado se apreciaron dos subgrupos, donde A y B pertenecen al conglomerado 1, así como C y D pertenecen al conglomerado 2. Los subgrupos A y B contienen tequilas blancos y jóvenes que tienen alguna similitud entre sí. Mientras el subgrupo C posee sólo tequilas reposados y el D exclusivamente tequilas añejos.

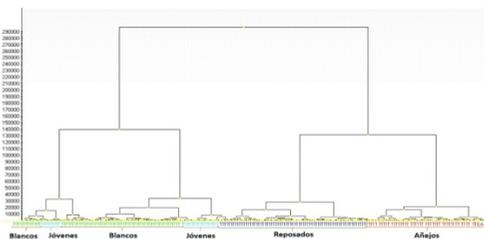


Figura 2. Dendrograma con algoritmo de Ward y distancia Manhattan, autoescalado

**Modelos Supervisados**

- **Support Vector Machines**

En este caso dada la gran cantidad de variables, se partió de una matriz de trabajo scores obtenida a partir de un PCA con 15 componentes principales y autoescalado. Los mejores modelos se encontraron aplicando SVM gaussiano para todos los casos con la aproximación de "one-vs-all", es decir, cada clase enfrentada al resto de muestras. Se usó un C=100 (C es la penalización admitida para diferenciar los grupos) y un valor de  $\sigma=5$  para blancos,  $\sigma=7$  para jóvenes,  $\sigma=6$  para reposados y  $\sigma=4$  para añejos. Las muestras de validación se representaron con triángulos amarillos y todas fueron predichas de forma correcta (Figura 3).

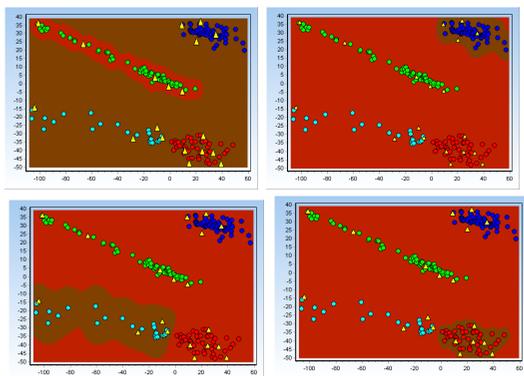


Figura 3. Fronteras de los modelos obtenidos por SVM

- **Curvas de Potencia**

En la Figura 4, se observa los diversos conjuntos de elipses de probabilidad de pertenencia de cada clase determinadas por las muestras de calibración. En cada grupo resaltan las muestras de validación externa, en fondo blanco. Los jóvenes y añejos se traslapan parcialmente debido a que esta técnica considera tan solo PC1 y PC2, lo cual en este caso es una limitación dado que PC3 aporta información relevante para el problema.

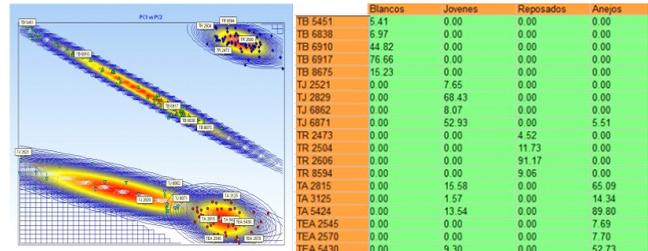


Figura 4. Curvas de Potencia con autoescalado

Tabla 1. probabilidad de pertenencia de las muestras de tequila de validación (test)

En la Tabla 1 se presentan los valores de probabilidad de pertenencia de los tequilas de predicción externa (test) sus respectivos valores de probabilidad. Como era de esperarse, algunos tequilas añejos presentan cierta probabilidad de pertenecer al grupo de los jóvenes, aunque nunca mayor a la probabilidad de pertenencia a los tequilas añejos/extra-añejos. Este comportamiento se debe a que las zonas de estos dos grupos se encuentran parcialmente traslapadas.

**CONCLUSIONES**

De los dos modelos construidos por las técnicas no supervisadas, PCA y CA: el primero, en el subespacio de PC1-PC2-PC3 permitió visualizar de una forma clara las cuatro clases de tequilas, además se observó que CA es una técnica muy afectada por la correlación entre las variables.

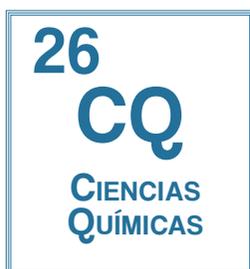
En cuanto a los dos modelos obtenidos por las técnicas supervisadas SVM y Curvas de Potencia, el primer modelo resultó el más adecuado, ya que todas las muestras de validación fueron predichas sin error. En cambio, los modelos elaborados por curvas de potencia, presentan cierta ambigüedad en las predicciones por el traslape que presentan las clases jóvenes y añejos.

**AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Consejo Regulador del Tequila por el suministro de las muestras de tequilas. El Grupo QANAP (Química Analítica Aplicada) Agradece A la Xunta de Galicia la Financiación como Grupo de Referencia Competitivo.

**REFERENCIAS**

[1] NOM-006-SCFI-2012. Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones (p. 20). México, Diario Oficial de la Federación.



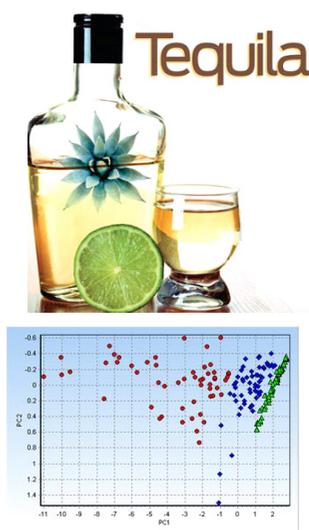
## Discriminación de tequilas del CRT mediante técnicas supervisadas y no supervisadas a partir de espectrofotometría UV-vis

Guadalupe Pérez Caballero<sup>1</sup>, Pamela G. Olmos González<sup>1</sup>, José Manuel Andrade Garda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorios de Físicoquímica Analítica y Especiación Química. Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Campo 4, Universidad Nacional Autónoma de México., México.

<sup>2</sup>Sección de Química Analítica. Universidad de Coruña, Campus Zapateira, España.

Correo: perezcg@unam.mx, andrade@udc.es



### INTRODUCCIÓN

En México el tequila constituye un símbolo étnico, con denominación de origen, que en los últimos años ha cobrado gran popularidad tanto nacional como internacional. Es una bebida incolora, que adquiere coloración como resultado de su reposo en barricas de roble blanco o encino y/o por la adición de abocantes. De acuerdo con su tiempo de reposo se pueden reconocer principalmente 3 clases de tequilas: blanco, sin tiempo de reposo; reposado, con un mínimo dos meses y añejo con 1 año. Hoy en día, su gran demanda en el mercado internacional, ha elevado su valor comercial lo que ha dado lugar a las adulteraciones, por tanto se debe optar por técnicas de análisis fáciles y rápidas para constatar su calidad y autenticidad.

Se presentan modelos a partir de 188 muestras de tequilas provistas por el Consejo Regulador del Tequila (CRT) realizados por técnicas supervisadas como Support Vector Machine (SVM) y Curvas de potencia (CP) y no supervisadas como Análisis de Componentes Principales (PCA) y Análisis Cluster (CA).

### ANTECEDENTES

El tequila es una de las bebidas más famosas a nivel nacional y mundial. Se obtiene de la planta Agave Tequilana Weber, mejor conocido como agave azul. De acuerdo con su tiempo de reposo se pueden reconocer principalmente 3 clases de tequilas: blanco, sin tiempo de reposo; reposado, con un mínimo dos meses y añejo con 1 año. Es importante hacer notar que la edad de las barricas afecta el proceso de maduración, ya que si tienen muchas posturas, no serán tan efectivas como las nuevas, aún si el tiempo de maduración se prolonga. La clase de cada tequila es determinada por el CRT mediante inspectores autorizados, quienes a través de una verificación física, certifican su tiempo de reposo, por lo que dicha verificación no se basa en su composición química. Hoy en día, su gran demanda en el mercado internacional, ha elevado su valor comercial lo que ha dado lugar a las adulteraciones en los tequilas. Por tanto, se debe optar por técnicas de análisis fáciles y rápidas para constatar su calidad y autenticidad y así salvo guardar la salud de los consumidores.

### OBJETIVO

Realizar un análisis comparativo de modelos supervisados y no supervisados, construidos a partir de datos UV-Vis para la autenticación por clases a partir de

muestras de tequila provistas por el CRT con denominación de origen.

### METODOLOGÍA

Hasta ahora este es número de muestras más grande analizado. Los añejos y extra-añejos fueron considerados como un grupo.

Equipo: Los espectros UV-Vis se midieron en una celda de cuarzo de 1 mm de 190 a 700 nm, en un espectrofotómetro de doble haz Lambda 35, Perkin-Elmer. Blanco: etanol:agua, 40:60 v/v).

Software: GenEx© (MultiDAnalysis AB, Göteborg, Suecia) se utilizó para PCA, CA, CP y SVM.

### RESULTADOS PRINCIPALES

#### I. Modelación no supervisada.

1) Análisis de Componentes Principales (PCA) y Análisis Cluster (CA) [1]

PCA y CA son dos técnicas no supervisadas que se aplicaron como punto de partida para familiarizarse con la naturaleza y grupos de las clases. En PCA el mejor modelo se obtuvo en un intervalo de 250 a 450nm, con centrado en la media. Tres PCs explican el 99.9% de la varianza inicial (PC1: 98.6%. PC2: 1.1%, PC3: 0.2%). La Figura 1 muestra la distribución de los scores correspondientes a tres grupos de cada clase a lo largo de PC1. La dispersión en los scores es menor en

los blancos, mayor en los reposados y más aún en el grupo de añejos. Esta dispersión parece ser causada por la complejidad química del tequila (menor en los blancos y mayor en los añejos) debido a las diferencias en las materias primas, procesados, destilaciones, tiempo de almacenamiento, etc. Además, cada grupo presenta una pauta interna señalada por el sentido de cada flecha en torno principalmente a PC2. La Figura 3 presenta algunos de los espectros UV-Vis a lo largo de estas pautas.

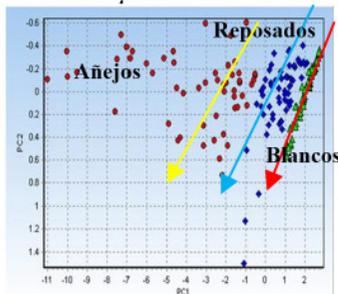
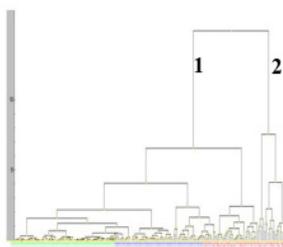


Figura 1. Gráfica de scores en el subespacio PC1-PC2 para datos brutos de tequilas, centrado en la media, intervalo de 250-450 nm



Blancos Reposados Añejos  
Figura 2. Dendrograma.  
Método Enlace Completo y distancia Manhattan

El mejor resultado se obtuvo con el método de enlace completo y la distancia Manhattan. El dendrograma en la Figura 2 muestra 2 agrupaciones diferentes. En la primera (1) se observan contenidos principalmente los tequilas blancos, reposados, y parte de los añejos. En la segunda (2) el resto de los añejos.

**Pautas Internas de las clases de tequilas**

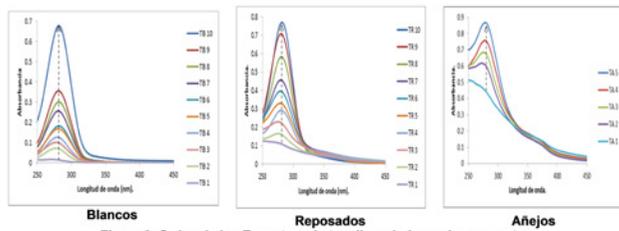


Figura 3. Orden de los Espectros de tequilas a lo largo de sus pautas

**II. Modelación supervisada**

- Support Vector Machine (SVM) [2]

Los mejores modelos se encontraron aplicando SVM (lineal, para los tequilas blancos y añejos, y Gaussiano, para los reposados) con la aproximación de "one-vs1-all", es decir, cada clase enfrentada al resto de muestras. Todas las muestras de validación, fueron predichas en forma correcta. En la Figura 4 se muestran las fronteras de los modelos (lineal para blancos y añejos, y polinomial para reposados). El valor de C=100 en todos los casos (C es la penalización admitida para diferenciar los grupos). Los triángulos amarillos representan las muestras de validación.

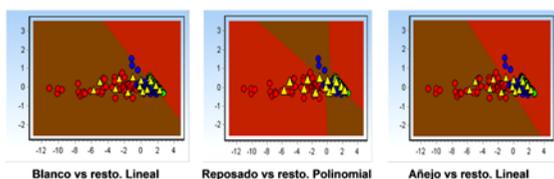


Figura 4. Fronteras de los modelos obtenidos por SVM con 1000 iteraciones y C=100

**Curvas de Potencia (CP)**

Las Curvas de Potencia no fueron capaces para discriminar las tres clases, lo cual suele ocurrir cuando las clases están muy traslapadas. Por lo tanto, la calibración y la validación no tuvieron éxito. Sin embargo, se decidió hacer dos modelos para diferenciar entre blancos y reposados y reposados y añejos, los cuales podrían presentar cierta utilidad. Las figuras 5. a) y 6. a) muestran los subespacios PC1 vs PC2, donde se observan la separación de sendas clases. Además, en ambos casos las probabilidades de pertenencia de las muestras de validación que fueron predichas correctamente.

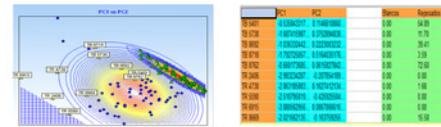


Figura 5. a) Curva de potencia para Blancos y Reposados

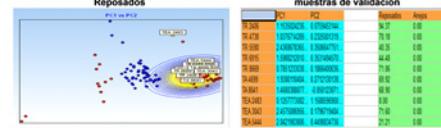


Figura 6. a) Curva de potencia para Reposados y añejos

**CONCLUSIONES**

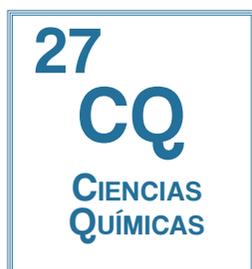
En presente estudio se involucró un número importante de tequilas procedentes del CRT lo que ha permitido aumentar la robustez de los modelos. PCA permitió visualizar de una forma clara las tres clases de tequilas. Además, se pusieron en evidencia, las pautas internas en cada clase. Aunque el modelo obtenido por CA resultó satisfactorio, esta técnica es muy afectada por la correlación entre las variables. En el caso de CP, los resultados no se consideraron satisfactorios, dado el traslape entre las clases; no obstante, el modelo para diferenciar reposados y añejos fue aceptable. En cambio los resultados obtenidos por SVM fueron altamente satisfactorios, ya que todas las muestras de validación fueron predichas sin error. Los resultados presentados indican que las medidas espectroscópicas de UV-Vis en combinación con las técnicas quimiométricas PCA y SVM, constituyen una estrategia viable para autentificar y clasificar a los tequilas comerciales.

**AGRADECIMIENTOS**

Se agradece profundamente al Consejo Regulador del Tequila por el suministro de las muestras de tequilas, lo cual hizo posible la realización del presente trabajo. El Grupo QANAP (Química Analítica Aplicada) Agradece A la Xunta de Galicia la Financiación como Grupo de Referencia Competitivo.

**REFERENCIAS**

[1] I. Arvanitoyannis, M. Katsota, E. Psarra, E.H Soufleros, S., Kallithraka. Application of Quality Control Methods for Assessing wine Authenticity: Use of multivariate analysis (chemometrics). Trends in Food Science and Technology, 10, 321. (1999).  
 [2] Y. Liang, Q.S. Xu, H.D. Li, D.S. Cao, Support Vector Machines and their Application in Chemistry and Biotechnology. CRC Press. (2016).  
 [3] Andrade Garda, Aplicación de las Curvas de Potencial Simplificadas a problemas de clasificación. Química Analítica, 18 (3), 225-231. (1999).



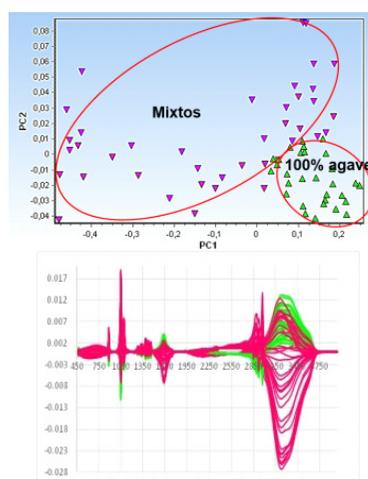
## Identificación de Tequilas Mixtos y 100% Agave mediante la combinación de técnicas quimiométricas y espectrometría FT-MIR

Y.E. Molina-Rentería<sup>1</sup>, M.G. Pérez-Caballero<sup>1</sup>, I. Jiménez-Rabadán<sup>1</sup>, J.M. Andrade-Garda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorios de Físicoquímica Analítica y Especiación Química. Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Campo 4, Universidad Nacional Autónoma de México., México.

<sup>2</sup>Sección de Química Analítica. Universidad de Coruña, Campus Zapateira, España.

Correo: perezcg@unam.mx, andrade@udc.es



### INTRODUCCIÓN

Existen varias técnicas analíticas reportadas para discriminar entre Tequila 100% agave y Tequila mixto, tales como SPME-HRGC-IRMS, IR-MS, SNIF-NMR, entre otras. Sin embargo, son técnicas sofisticadas y están disponibles en un número limitado de laboratorios, por esta razón, se probó el análisis por espectrometría de Infrarrojo Medio con Transformada de Fourier (FT-MIR), la cual es una técnica más accesible.

En el presente trabajo se estudió de forma preliminar la discriminación de Tequilas 100% agave y mixtos, empleando tequilas blancos y jóvenes, mediante la construcción de diferentes modelos por dos técnicas quimiométricas no supervisadas, como son Análisis de Componentes Principales (PCA) y Análisis Cluster (CA).

### ANTECEDENTES

El tequila es una de las bebidas más famosas a nivel nacional y mundial. Se obtiene de la planta Agave Tequilana Weber, mejor conocido como agave azul. De acuerdo al porcentaje de azúcares provenientes del agave utilizados en su elaboración, la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI define las categorías para el Tequila como: Tequila 100% agave es el tequila elaborado con azúcares exclusivos del agave tequilana Weber, mientras que el "Tequila mixto" o simplemente "Tequila" es el producto cuyo jugo de fermentación es enriquecido y mezclado con azúcares provenientes de otras fuentes en un porcentaje no mayor al 49% [1]. Así, es de suma importancia disponer de un método de aplicación sencilla y fiable para diferenciar entre estas dos categorías de tequila. De acuerdo a su tiempo de reposo, los tequilas pueden ser clasificados en: Blancos, Reposados, Añejos y Extra añejos. El uso de relaciones de isótopos estables [2-5], han conducido a la discriminación de estas dos categorías mediante la evaluación de las relaciones  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ - y  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ - en etanol vía análisis SPME-HRGC-IRMS [5]. Sin embargo, estas son técnicas sofisticadas y están disponibles en un número limitado de laboratorios.

### OBJETIVO

Establecer condiciones preliminares para la discriminación de tequilas 100% agave y mixtos, mediante la

construcción de diferentes modelos por dos técnicas quimiométricas no supervisadas, como son PCA y CA.

### METODOLOGÍA

**Muestras verificadas por el CRT:** 70 tequilas (31 blancos 100% agave, 17 blancos mixtos y 22 jóvenes mixtos). **Medición de espectros:** los espectros FT-MIR fueron obtenidos, con un espectrómetro Perkin Elmer FT-IR/NIR Frontier, detector Smiths-Smiths DuraSamplIR II equipado con un dispositivo ATR de diamante, en el intervalo de 4000 a 450  $\text{cm}^{-1}$ . **Pretratamiento:** Corrección de ATR, Corrección manual de línea base y Ajuste a cero. Software: GenEx© (MultiData-analysis AB, Göteborg, Suecia).

### RESULTADOS PRINCIPALES

Se analizaron tres condiciones diferentes:

- Primer Modelo

Tres PCs explican el 99.8% de la variación inicial (PC1: 97.5%, PC2: 1.7% y PC3: 0.5%). En la Figura 1 se observa un gráfico de scores de dos dimensiones (PC1-PC2). Esta figura muestra una diferenciación aceptable entre tequilas mixtos y 100% agave, donde los scores de estos últimos, presentan un grupo más compacto que el de los mixtos, el cual es notoriamente más disperso. Esta dispersión podría estar relacionada con la complejidad química del producto, ya que para la elaboración de esta categoría, las fuentes de azúcares son diversas, usualmente caña de azúcar.

También se construyó un dendrograma (Figura 2) empleando Enlace completo y la correlación de Pearson, en el que se observa una excelente separación entre los tequilas 100% agave y mixtos.

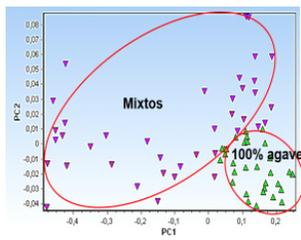


Figura 1. Gráfico de scores PC1 vs PC2 de tequilas mixtos y 100% agave, centrado en la media (450 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ ).

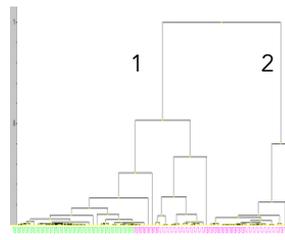


Figura 2. Dendrograma de tequilas mixtos y 100% agave. Enlace completo y correlación de Pearson (450 a 4000  $\text{cm}^{-1}$ ).

#### - Segundo modelo

El segundo modelo se realizó 2990-2780 y 1830-960  $\text{cm}^{-1}$  con centrado en la media. Se eliminaron las zonas con menores diferencias para la discriminación. Tres PCs explican el 99.4254% de la variación inicial (PC1: 92.9%, PC2: 5.9% y PC3: 0.6%). La varianza para PC1 disminuyó levemente con el consiguiente aumento de la de PC2. Se observa una pequeña mejoría en la distribución de los tequilas mixtos.

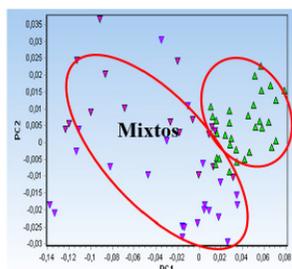


Figura 3. Gráfico de scores PC1 vs PC2 de tequilas mixtos y 100% agave, centrado en la media (2990 - 2780 y 1830 - 960  $\text{cm}^{-1}$ ).

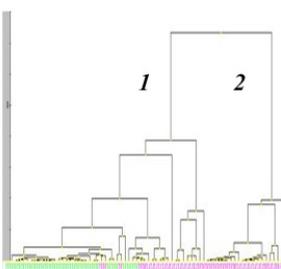


Figura 4. Dendrograma para brutos de tequilas con Enlace promedio, correlación de Pearson. (2990 - 2780 y 1830 - 960  $\text{cm}^{-1}$ ).

El dendrograma se obtuvo con el método de enlace promedio y correlación de Pearson, (Figura 4) el cual diferencia el grupo de tequilas mixtos con los tequilas 100% de agave; sin embargo, aparecen dos tequilas mixtos, dentro de los 100% de agave.

#### - Tercer modelo

El tercer modelo, se realizó aplicando autoescalado a los datos espectrales, en un intervalo compuesto por las zonas 2990-2780 y 1830-960  $\text{cm}^{-1}$ . Tres PCs explican el 91.9% de la varianza inicial (PC1: 78.8%, PC2: 9.9% y PC3: 3.2%). Los tequilas 100% agave presentan un buen agrupamiento en el subespacio PC1-PC2 (Figura 5).

En el dendrograma obtenido (Figura 6) (por algoritmo de Ward y correlación de Pearson como distancia), se observó la formación de los dos grupos. En el grupo 1, constituido por tequilas 100% de agave, aparecen cuatro tequilas mixtos, mientras que el segundo agrupa a los tequilas mixtos, sin incluir muestras 100% de agave.

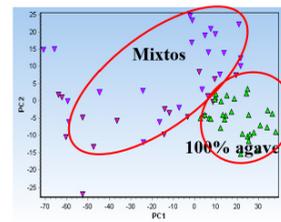


Figura 5. Gráfico de scores PC1 vs PC2 de tequilas mixtos y 100% agave, autoescalado (2990-2780 y 1830-960  $\text{cm}^{-1}$ ).

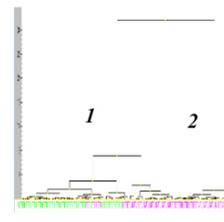


Figura 6. Dendrograma de tequilas. Algoritmo Ward, autoescalado. Correlación Pearson. (2990 - 2780 y 1830 - 960  $\text{cm}^{-1}$ ).

## CONCLUSIONES

A partir de los datos de espectroscopia infrarroja media, fue posible obtener modelos exploratorios que permitieron diferenciar entre tequilas 100% agave y mixtos. El mejor modelo PCA fue el que consideró los intervalos 2990-2780 y 1830-960  $\text{cm}^{-1}$  con escalado centrado en la media.

Los modelos propuestos son de fácil aplicación y accesibilidad en comparación con otros métodos analíticos propuestos en la literatura.

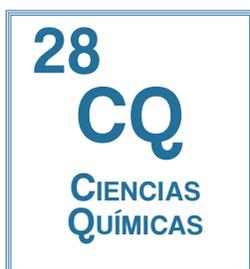
## AGRADECIMIENTOS

Se extiende un amplio agradecimiento al Consejo Regulador del Tequila por el suministro de las muestras de tequilas, lo cual hizo posible la realización del presente trabajo.

El Grupo QANAP (Química Analítica Aplicada) Agradece a la Xunta de Galicia la Financiación como Grupo de Referencia Competitivo.

## REFERENCIAS

- [1] NOM-006-SCFI-2012. Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones (p. 20). México: Diario Oficial de la Federación. (2012).
- [2] U. Hener, A. Mosandl, A. Hilker, J. Bahrs-Windsberger, M. GroBmann, W.R. Sponholz Vitic En01 Sci 2, I-11 (1998).
- [3] G.E. Krammer, I. Gatfield, M. Güntert, J.M. Hilmer, C.O. Schmidt, H. Sommer, P. Werkhoff, J. Kaulen In: Schieberle P, Engel KH (eds) Frontiers of flavour science. DFA, Garching, 111-116 (2001)
- [4] Y. Henry, C.B. Douthitt, D. Juchelka (Poster at the 6th International Symposium on Food Authenticity and Safety, Nantes (2001).
- [5] B.O. Aguilar-Cisneros, M.G. López, E. Richling, F. Heckel, P. Schreier. J Agric Food Chem 50, 7520-7523 (2002).



## Comparación de tres métodos para la determinación de flavonoides totales por espectrofotometría en toronja

Juan Daniel Gutiérrez Gómez<sup>1</sup>, María Gabriela Vargas Martínez<sup>1</sup>, Brígida del Carmen Camacho Enríquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, <sup>2</sup>Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida 1° de Mayo, S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo México, Tel: 56232003.

Correo: maxsmart\_6@hotmail.com, gvargasm@unam.mx, bcamachoe@gmail.com

### INTRODUCCIÓN



En la actualidad México es uno de los mayores productores de cítricos en el mundo al ubicarse en 4° lugar con un 4.6% de la producción global. La toronja contiene grandes cantidades de naringina que es un metabolito importante por sus beneficios alimenticios y médicos. En este trabajo se optimizaron 3 métodos espectrofotométricos para la determinación de flavonoides totales en la toronja. Para lo anterior se realizaron estudios de algunos parámetros, como son: la cinética de reacción, la forma de los espectros de absorción y el intervalo lineal a utilizar. Los 3 métodos estudiados fueron: 1) La absorbancia directa de los flavonoides (en este caso naringina) en el UV, 2) La reacción de Shinoda (flavonoides con Magnesio) y 3) La reacción de los flavonoides con Aluminio. Finalmente se comparan los 3 métodos en términos de rapidez, sensibilidad, presencia o no de interferencias y costos.

### ANTECEDENTES

En la actualidad México es uno de los mayores productores de cítricos en el mundo al ubicarse en 4° lugar con un 4.6% de la producción global. Por esto es de vital importancia el estudio de nuevas formas para la cuantificación de sus diferentes componentes de una manera rápida, barata, eficiente y sobre todo con una responsabilidad social y económicamente rentable. Los estados con mayor producción son Veracruz, San Luis Potosí Tamaulipas y Nuevo León, siendo Veracruz el proveedor mayoritario de cítricos dulces con el 55% del total nacional.[1] Las variedades de Citrus paradisi conocida comúnmente como Toronja, presentan altas cantidades de naringina (una flavanona glicosilada) en el albedo (piel blanca del interior de la cáscara) de sus frutos que dependiendo los cuidados y el clima pueden estar entre los 4.9 mg/g hasta los 42 mg/g.[2-3] Este metabolito secundario ha cautivado a científicos en los últimos años por sus propiedades tanto para la industria alimenticia como para la farmacéutica. Además es precursor del compuesto "naringina dihidrochalcona" con una importante capacidad endulzante y para su aplicación potencial como edulcorante. La naringina es un polifenol del tipo flavonoide, por lo que es importante enfatizar que se ha demostrado que éstos compuestos poseen estructura química ideal para secuestrar radicales libres, lo que les aporta una actividad antioxidante (que es aún mayor que la pro-

ducida por vitaminas como la E y C. Debido a su efecto antioxidante, estas sustancias pueden prevenir la formación de placas de ateroma, siendo beneficiosas en la prevención de la arterioesclerosis y el infarto del miocardio [3-5].

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es optimizar la determinación de flavonoides totales presentes en la toronja por 3 métodos espectrofotométricos estudiando las posibles variables que afectan en su determinación.

### METODOLOGÍA

Equipo: Espectrofotómetro Modelo: Halo XB-10 Dynamica (Londres, UK).

#### 1) Método de UV-Vis de naringina:

De 0.0254 g de naringina reactivo analítico (RA) aforadas en una mezcla de etanol-agua (80:20, v/v) se tomaron 6 porciones (1, 2, 3, 4, 5, 6 mL) para la preparación de la curva de calibración que se midió a una longitud de onda de 288 nm.

#### 2) Reacción de Shinoda:

a) Cinética de reacción: De una solución 0.0036 M de naringina + 0.011 g de Mg + 1 mL de HCl concentrado aforada a 10 mL, se tomó 1 mL y se llevó al aforo de 10 mL con mezcla etanol-agua (80:20, v/v), de la cual se evaluó su cinética de reacción durante 200 min a 230 nm.

b) Curva de calibración con el método de Shinoda: Se prepararon por triplicado 6 soluciones (alícuotas de 1 a 6 mL) a

partir de un stock de naringina 0.0036 M + 0.011g Mg + 1 mL de HCl concentrado aforando a 10 mL de la mezcla etanol-agua (80:20 v/v).

### 3) Reacción de complejación con aluminio (III):

a) Evaluación de la cinética de reacción: A 0.0443 g de naringina, disuelta en etanol-agua (80:20, v/v) se le agregó 0.5 mL de NaNO<sub>2</sub> al 5% + 0.5 mL de Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> al 10% y por último se le agregó 2.5 mL de NaOH al 6% aforando a 10 mL. De la solución anterior se tomaron 0.5 mL y se aforó 10 mL con esta solución se midió la cinética de reacción a 390 nm durante 180 min.

b) Curva de calibración con el método de Aluminio (III): Se prepararon por triplicado 6 soluciones a partir de un stock de naringina 1.05x10<sup>-4</sup> y se le agregaron 0.5 mL de NaNO<sub>2</sub> al 5%. A lo anterior se le adicionaron 0.5 mL de Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> al 10% y por último 2.5 mL de NaOH al 6% para aforar a 10 mL.

## RESULTADOS PRINCIPALES

En la Tabla 1 se muestran las ecuaciones obtenidas de las curvas de calibración para los 3 métodos estudiados. Es posible realizar la comparación de la sensibilidad de cada método observando el valor de las pendientes, siendo la tendencia en sensibilidad (de mayor a menor) de cada método la siguiente:

Complejación con Al(III)>UV directo>Reacción de Shinoda

<i>Tabla 1. Modelos obtenidos para la determinación de los Flavonoides Totales</i>	
<i>Método</i>	<i>Ecuación y comentario</i>
<b>1) UV directo</b>	$A = 0.0585 + 14,525.5$ [Naringina]
<b>2) Shinoda</b>	$A = -0.0684 + 472.162$ [Naringina] Formación de producto colorido y 110 min para completar la reacción
<b>3) Al (III)</b>	$A = -0.0110 + 17,794.4$ [Naringina] Formación de producto colorido y 100 min para completar la reacción

Por lo anterior, podemos decir que el método 3) de complejación con Al es el más adecuado para la determinación de trazas de naringina. Mientras que para altas concentraciones se sugiere utilizar el método 1) UV directo ya el extracto se interpola directamente en la curva, haciéndolo un método más rápido y barato, sin la necesidad del uso algún reactivo adicional. Éste método es especialmente útil para la toronja, ya que la muestra de albedo (piel) se caracteriza por contener mayoritariamente naringina, por lo que no hay interferencias de otros polifenoles al medirlos en el UV.

## CONCLUSIONES

Se encontraron las condiciones óptimas para la medición de Flavonoides Totales en muestras vegetales por 3 métodos espectrofotométricos: 1) UV directo del flavonoide, 2) Reacción de reducción del flavonoide a antocinidina (Shinoda) y 3) Complejación del flavonoide con Al(III). Todas las metodologías presentan ventajas y desventajas, pero teniendo el conocimiento de sus fundamentos, cinética, intervalo lineal, tiempo de análisis y probables interferencias que se pueden encontrar, además de la sensibilidad requerida, todo

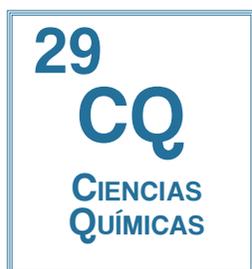
esto nos brinda la posibilidad de seleccionar el más adecuado para nuestras necesidades. Como perspectivas inmediatas se evaluara un método más utilizando la fluorescencia del terbio y su interacción con los flavonoides. También es necesaria la interpolación de repetidas muestras de albedo de toronja con todos los métodos con el fin de comparar sus resultados mediante análisis estadísticos.

## AGRADECIMIENTOS

A la D.G.A.P.A, UNAM por el financiamiento otorgado con el Proyecto PAPIME PE204814 titulado: "Actualización y Fortalecimiento de la enseñanza experimental de las asignaturas Farmacognosia y Fitoquímica de la carrera de Licenciado en Farmacia y Licenciado en Bioquímica Diagnóstica".

## REFERENCIAS

- [1] SAGARPA. (Noviembre 12, 2012). México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. Mayo 23, 2017, de SAGARPA Sitio web: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx>
- [2] M. Escobar, (2010). Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México. Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. p.79.
- [3] J. Zhang, (2007). Flavonoids in grapefruit and commercial grapefruit juice: concentrations, distribution, and potential health benefits. Proc. Fla. State Hort. Soc. Fl, 120, 292.
- [4] P.C.H. Hollman, et al. Absorption and disposition kinetics of the dietary antioxidant quercetin in man. Free Rad. Biol. Med., 1995, vol. 21, p. 700-707.
- [5] F. Sriwastako, H.M. Grupta y B.K. Bhadaria, Allelochemicals of some plants of family Scrophulariaceae. Flora and Fauna Thami., 1996, vol. 2, no. 1, p. 41-42.

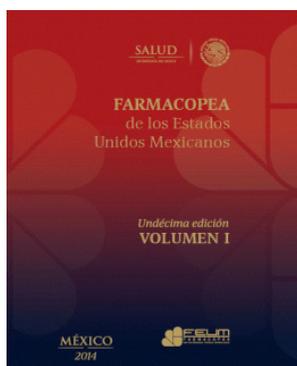


## Optimización de la metodología por EAA-GH, como alternativa al MGA 0111 de la FEUM, para detectar arsénico

Juan José Durán Ortiz, Alma Luisa Revilla Vázquez

Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Primero de mayo s/n. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. CP 54740. Tel 5623-2003.

Correo: [almarv@unam.mx](mailto:almarv@unam.mx)



### INTRODUCCIÓN

La Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos emplea el método MGA 0111. Prueba límite de arsénico, en fármacos, aditivos, materia prima, pero el procedimiento es tardado y complicado de realizar y la interpretación final del analista está basada en la comparación de la coloración de la solución de referencia con la de la muestra problema, o bien empleando la determinación espectrofotométrica, lo que lo hace aún más tardado.

Dado el avance y la disminución de los costos en los métodos instrumentales de análisis, el implementar un método alternativo, usando espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros, dada su selectividad, rapidez y el permitir el análisis de varias muestras con una sola curva de calibración, se considera una opción viable, por rápida y sobretodo selectiva.

### ANTECEDENTES

La Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) es el documento expedido por la Secretaría de Salud que consigna los métodos generales de análisis y los requisitos sobre identidad, pureza y calidad de los fármacos, aditivos, medicamentos, productos biológicos y biotecnológicos. Dichos métodos analíticos oficiales tienen el objetivo de ayudar a los laboratorios de calidad a cumplir con las normativas vigentes. [1] El método MGA 0111. Prueba límite de arsénico, se basa en la secuencia de dos reacciones químicas cuantitativas bajo condiciones experimentales establecidas y en relación al arsénico contenido en un producto dado. En la primera reacción, el arsénico, en presencia de hidrógeno, forma arsina. En la segunda reacción, la arsina reacciona con una solución de dietilditiocarbamato de plata, formando un compuesto colorido, el cual se compara visualmente o espectrofotométricamente con una solución de referencia preparada bajo las mismas condiciones. Se establecen dos metodologías, el método I es para materiales inorgánicos y el método II para orgánicos. Las dificultades de estos métodos son: la presencia de otros metales que eviten la formación de la arsina, la preparación de una muestra de referencia en gran volumen, tiempos de reacción largos. [1] La espectrofotometría de absorción atómica con atomización por generador de hidruros (EAA-GH)

es sensible para la determinación de seis metales, incluido el arsénico y permite determinar selectivamente hasta niveles traza (ug/L). Aquí se realiza una reacción del elemento con borohidruro de sodio en medio ácido y temperatura ambiente, generando un hidruro gaseoso; este hidruro se conduce mediante un gas acarreador a una celda de cuarzo que al calentarse destruye el hidruro y permite obtener la especie en su forma elemental gaseosa, lista para la absorción del haz de luz. [2]

### OBJETIVO

Optimizar y validar un método analítico para cuantificar arsénico por espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros a fin de proponer una metodología alternativa a la reportada en la FEUM, que sea además selectiva.

### METODOLOGÍA

Se prepararon solución stock de arsénico 0.1ppm, solución de yoduro de potasio al 1% p/v, HCl 5 M, y borohidruro de sodio al 6% en NaOH al 5%. Se evaluaron diversas condiciones como: longitud de onda, concentración de HCl, voltaje, flujo de soluciones, e intervalo de concentraciones. Así como, las condiciones relacionadas con el tratamiento de las muestras.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Después de varios experimentos, trabajando a la longitud de onda de 193.7 nm y no logrando una respuesta lineal, se evaluó emplear 197.2 nm. Aunque la primera longitud es más sensible (Figura 1), los datos se ajustaron a una ecuación polinómica de orden 2, mientras que a 197.2 nm, los resultados se ajustaron adecuadamente a una ecuación lineal, por lo que se decidió usar 197.2 nm como la longitud óptima para determinar As.

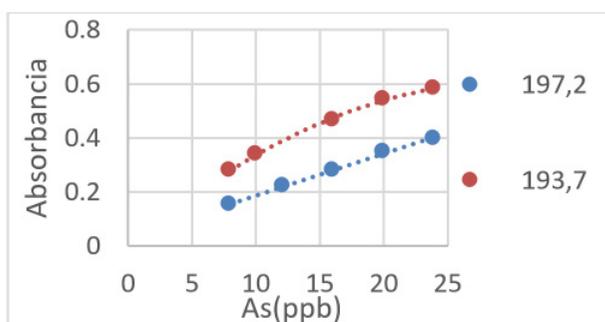


Figura 1. Curva de calibración obtenida (193.7nm y 197.2nm)

Se evaluó la influencia de la concentración del ácido clorhídrico para aforar los sistemas de la curva de calibración. Se prepararon cinco sistemas a la misma concentración de As (16 ppb) y se varió la concentración de HCl, de 3 - 9 M.

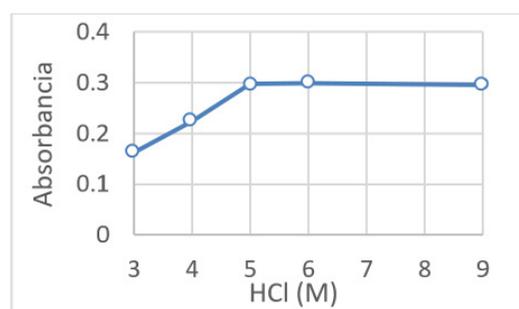


Figura 2. Influencia de la concentración del HCl en la absorbancia (As 16ppb).

Como se observa en la figura 2, al incrementarse la concentración (hasta 5 M) la absorbancia presenta una tendencia a aumentar, pero a partir de dicha concentración, la absorbancia se mantiene constante aún a concentraciones mayores de HCl, por lo que se decide usar la concentración de 5 M. A las condiciones anteriores se realizó la misma curva de calibración en tres días diferentes y todas cumplen todas las características de un sistema lineal (Figura 3) y con lecturas reproducibles, por lo que estas condiciones se consideran las óptimas.

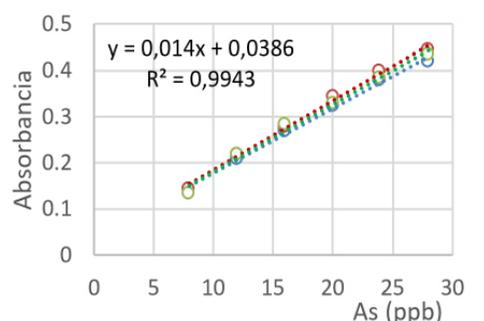


Figura 3. Curva de calibración para As por EAA-GH.

Se desarrolló un tratamiento general para las muestras, el que dio los mejores resultados de recobro implica adicionar HCl 0.08M, agitación por 30 min a 500 rpm, filtrar (de ser necesario) y aforar con agua destilada. El recobro y cuantificación de arsénico en tabletas de paracetamol-cafeína se llevó exitosamente, obteniéndose un recobro de 91%.

Se están evaluando otras muestras y terminando la validación del método para poder proponer la metodología desarrollada como alternativa a la reportada en la FEUM.

## CONCLUSIONES

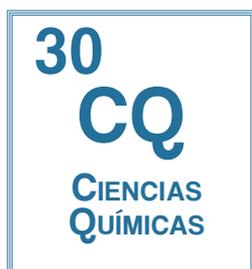
La determinación de arsénico por espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros es factible y se propondrá como método alternativo al indicado en la MGA 0111 de la FEUM.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNAM DGAPA por el apoyo otorgado al proyecto PAPIME 205416, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial".

## REFERENCIAS

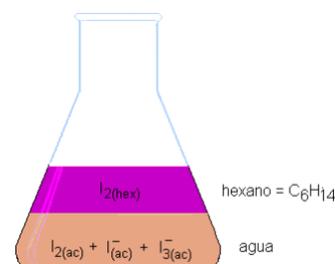
- [1] Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. (2014). Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (11 ed.), México.
- [2] Agilent vapor generation accessory VGA 77 and VGA 77P(2014). Manual del módulo.



## Extracción de yodo con hexano para ejemplificar las ventajas de las extracciones sucesivas

Miriam Griselda Pérez Espinosa, Pablo Hernández Matamoros, Alma Luisa Revilla Vázquez\*  
Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Primero de mayo s/n. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. CP 54740. Tel 5623-2003.

Correo: almarv@unam.mx



### INTRODUCCIÓN

Las prácticas de Química Analítica tienen una problemática al conjuntar la teoría con las experiencias en el laboratorio ya que no siempre es posible observar la relación que tienen y así comprender los temas de la asignatura. En este trabajo se planteó la opción de utilizar un modelo colorido que facilite la comprensión de las extracciones sucesivas, otorgando al alumno la capacidad de aplicarlo en otras condiciones con variables cada vez más complejas.

### ANTECEDENTES

La extracción líquido-líquido es una técnica de separación, que adicionalmente permite pre-concentrar un analito de interés.

La reacción de yodo con el ion yoduro en agua produce el ion triyoduro (en medio ácido) que tiene un color característico, rojizo—ámbar. En una solución ácida se favorece la existencia e identificación visual del ion triyoduro.

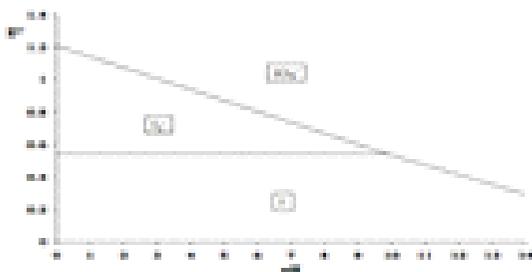


Figura 1. Diagrama de Pourbaix para yodato/ yoduro/triyoduro

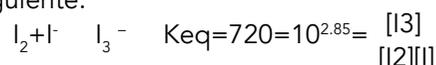
Para realizar el estudio del sistema se requiere conocer las concentraciones de todas las especies en el equilibrio, sin embargo, no hay método directo que permita distinguir entre el yodo y el ion triyoduro en medio acuoso por lo tanto establecer una extracción usando como solvente hexano es lo más factible debido a que las especies I- e I3- no se disuelven en hexano pero sí el yodo, I<sub>2</sub>; (12 g/100g).

Para asegurar la cuantitatividad de la extracción, en un solo paso, el valor de la constante de reparto debe ser lo suficientemente grande, si no es así, es necesario

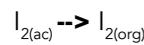
realizar más de una extracción para tener un mayor porcentaje de extracción.

En este caso se planteó realizar la extracción sucesiva de yodo con hexano a fin de que se observará el color del yodo, para así hacer más didáctica la práctica y realizar el cálculo de la concentración espectrofotométricamente.

Para la reacción del yodo con el ión yoduro en agua el equilibrio es el siguiente:



El yodo se distribuye en dos fases del siguiente modo:



La constante de distribución que relaciona ambas fases es la siguiente:

$$K_D = \frac{[I_2]_{org}}{[I_2]_{ac}} = 10^{1.92}$$

### OBJETIVO

Plantear una práctica que permita al alumno comprender el fundamento de la extracción

líquido-líquido simple y múltiple, tomando como modelo la extracción de yodo en hexano debido a la coloración que presenta en ambas fases.

### METODOLOGÍA

Se preparó una solución saturada de yodo a partir de KIO<sub>3</sub> y KI, en medio ácido sulfúrico (pH = 2).

Para la extracción, en un embudo de separación se mezclaron 10 mL de la solución de yodo y 5 mL de hexano; se agitó por 2 min, se dejó reposar 3 min y se separaron las fases. Se midió la absorbancia de la fase orgánica (color rosa) a 523

nm en el espectrofotómetro.

El procedimiento anterior se repitió agregando 5 mL de hexano a la fase acuosa (color amarillo) en el mismo embudo, y se continuó hasta que la fase acuosa pierda la coloración.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se observa el cambio de coloración obtenido al realizar 7 extracciones sucesivas.



Figura 2. Resultados de las extracciones sucesivas, yodo en hexano (rosa) y agua (amarillo)

La concentración de yodo extraído a hexano está relacionada con la intensidad de la coloración rosada y la disminución del amarillo en la fase acuosa. En la séptima extracción la coloración es muy tenue debido a que el yodo ha sido extraído casi por completo, lo cual se comprueba con las absorbancias obtenidas (Tabla 1) y el porcentaje de extracción de yodo en hexano.

Tabla 1. Resultados de absorbancia, concentración y porcentaje de extracción de yodo en hexano\*.

n	Abs	Conc (M)	D	LogD	%E
0	0.53	$2.1 \times 10^{-5}$	81.93	1.91343	48.89
1	0.34	$1.38 \times 10^{-5}$	82.36	1.9157	73.91
2	0.22	$8.64 \times 10^{-6}$	82.66	1.9173	86.69
3	0.15	$5.86 \times 10^{-6}$	82.83	1.9181	93.21
4	0.08	$3.43 \times 10^{-6}$	82.97	1.9189	96.54
5	0.05	$2.12 \times 10^{-6}$	83.05	1.9193	98.23
6	0.03	$1.13 \times 10^{-6}$	83.11	1.9196	99.1

\*la concentración se calcula usando la ley de Lambert-Beer:  $A=C\ell$ .

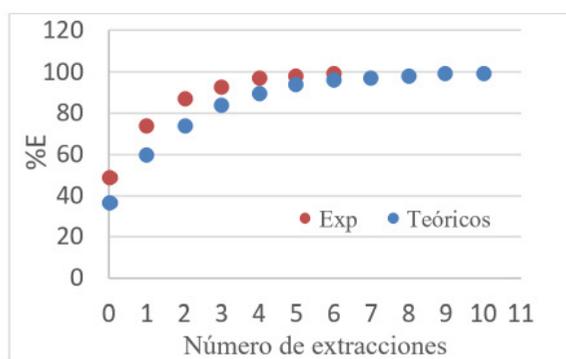


Figura 3. Porcentaje de yodo recuperado en cada extracción.

El porcentaje de extracción se calcula usando  $\%E=[1-q^{n+1}]$ ,  $q=(1/1+rD)$ ,  $r=f_{ac}/f_{org}$

Conforme a lo observado en la figura 3 se planearon 10 extracciones para obtener el 100% de extracción, pero durante la experimentación al realizar la sexta extracción se tenía ya una extracción del 99.1% y no se consideró necesario realizar más extracciones, lo cual es conveniente a fin de agilizar la práctica y disminuir la cantidad de residuos a generar.

## CONCLUSIONES

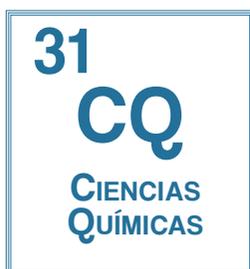
Se determinó que el hexano es un disolvente adecuado para llevar a cabo la extracción de yodo satisfactoriamente ya que visualmente se puede apreciar la degradación del color, que para fines didácticos podría indicar al alumno que tanto se está extrayendo el yodo con cada adición de hexano y así poder complementar el estudio teórico y los resultados obtenidos en el laboratorio.

## AGRADECIMIENTOS

A la UNAM DGAPA por el apoyo al proyecto PAPIME PE205146, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial.

## REFERENCIAS

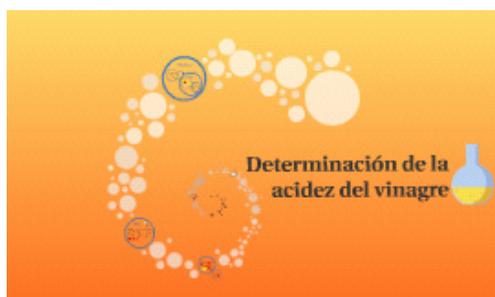
- [1] A., Gómez, Hens y M., Valcárcel, Cases. (1988). Técnicas analíticas de separación. (Ed. al español). Barcelona: Reverté.
- [2] Páez, Hernández M. Elena, Ramirez, Silva, M. Teresa y Rojas, Hernández, Alberto. (1997). Temas selectos de extracción líquido-líquido para el análisis químico. (1ª ed.) D.F.: UAM-Iztapalapa.
- [3] Pietzyk, Frank. (1983). Química analítica. (2ª ed.) D.F.: Ediciones Interamericana.



## Evaluación de un equipo de conductimetría mediante la determinación de acidez total en vinagre comercial

Iván Horacio Ramírez Martínez, Elia Granados Enríquez, Alma Luisa Revilla Vázquez  
Sección de Química Analítica, FESC-UNAM, Av. 1° de Mayo s/n Cuautitlán Izcalli Edo. De México.

Correo: graneniq@yahoo.com.mx, ramihoracio@hotmail.com



### INTRODUCCIÓN

En conductimetría la detección del punto de equivalencia tiene su aplicabilidad en soluciones muy diluidas y en sistemas en que la reacción es relativamente incompleta. En este trabajo experimental se considera la utilidad de la conductividad para evaluar un equipo de medición siguiendo la valoración de la acidez total en una muestra comercial de vinagre mediante su conductividad para ello se realizó la curva de conductancia vs volumen del valorante (NaOH y NH<sub>3</sub>) por cuadruplicado. El punto final se determina presuponiendo respuesta lineal (Saavedra y Cols. 2010) igualando la función de cada rama del gráfico obteniendo con ello un contenido aproximado del 5% como lo indica el marbete teniendo una buena precisión (C.V. < 2%) y con estudios de muestras independientes una buena reproducibilidad (C.V. < 2%).

### ANTECEDENTES

En las titulaciones uno de los puntos importantes es la detección del punto de equivalencia, dicho punto corresponde a la cantidad equivalente del reactivo titulante correspondiente a la sustancia que se está titulando, el advenimiento de instrumentos electrónicos de medición permitió incorporar nuevas formas de detección de este punto más exactas como potenciométricas conductimétricas [1] y espectrofotométricas. En nuestro laboratorio de Química Analítica se requiere utilizar equipo de conductimetría en los programas académicos y un buen ejemplo de aplicación es con el vinagre el cual contiene ácido acético que va del 3 al 5 % en agua además de pequeñas cantidades de ácido tartárico y ácido cítrico lo que permite seguir la reacción de neutralización con titulantes como NaOH o NH<sub>3</sub>.

### OBJETIVO

Determinar la acidez total en vinagre comercial mediante valoraciones conductimétricas para evaluar el desempeño de un equipo de conductimetría marca OHAUS Staarter 3100 C y ser utilizado en experimentos académicos.

### METODOLOGÍA

Se valoró la acidez total de un vinagre comercial mar-

ca "barrilito" utilizando como valorante NaOH 0.09783M. y NH<sub>4</sub>OH(NH<sub>3</sub>) 0.119 M. El conductímetro utilizado es marca OHAUS Staarter 3100 C, calibrado con solución de NaCl 1413 μS/cm

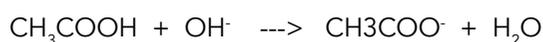
Para ello se toman 10 mL del producto y aforan a 100 mL y de esto se analizan 5 mL, se determinó la conductividad inicial y después de cada adición de 2 mL de titulante manteniendo la sonda del equipo en modo de medición continua dentro de la disolución con agitación.

Se realizaron 4 réplicas de cada valoración y un estudio de reproducibilidad con dos analistas aplicando t student para los datos.

### RESULTADOS

Como se sabe las variaciones de conductividad dependen de la reacción química que tenga lugar. Después del punto de equivalencia las variaciones de conductividad son producidas por el exceso de reactivo que queda sin reaccionar y/o por el producto obtenido que aporta nuevos iones.

La siguiente gráfica presenta la curva de valoración de la acidez del vinagre con NaOH considerando la siguiente reacción



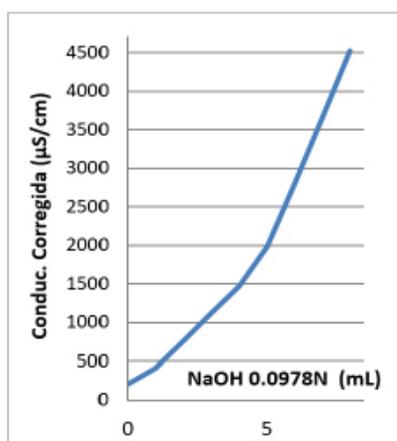


Figura 1. Curva de valoración del vinagre con NaOH

De acuerdo a las ecuaciones e igualando tenemos:  $324.04V + 149.1 = 847.549V - 2264.526$  lo que da un resultado de  $V_{\text{peq.}} = 4.6$  mL que corresponde a un 5.39% en contenido.

La siguiente gráfica presenta la curva de valoración de la acidez del vinagre con  $\text{NH}_3$  considerando la siguiente reacción

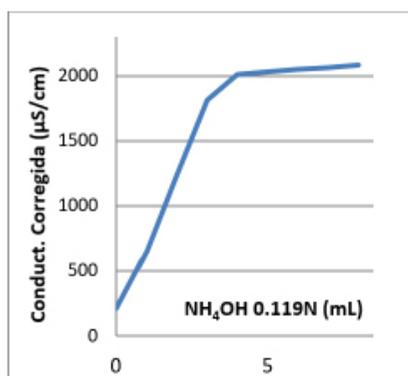
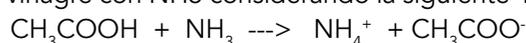


Figura 2 Curva de valoración de vinagre  $\text{NH}_3$

De acuerdo a las ecuaciones e igualando se tiene que  $539.62V + 170.53 = 17.684V + 1942.132$  lo que da un  $V_{\text{peq.}} = 3.4$  mL, que corresponde a un 4.85% en contenido. Se realizaron 4 réplicas de cada valoración y un estudio de reproducibilidad con dos analistas aplicando t student para los datos obteniendo un %CV < 2%.

## CONCLUSIONES

El análisis de la acidez total expresada como % de acético en el vinagre da evidencia del buen funcionamiento del instrumento utilizado ya que la señal de conductividad sigue las especies que conducen corriente en cada reacción, obteniendo comportamiento gráfico esperado.

Se visualiza diferencia entre los contenidos ya que varía el volumen de punto de equivalencia atribuido a la diferente cuantitatividad de cada reacción seguida.

## AGRADECIMIENTOS

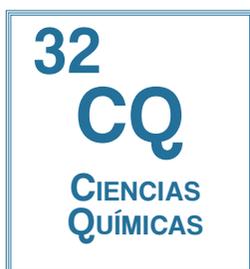
Los autores agradecen a la UNAM DGAPA por el apoyo otorgado al proyecto PAPIIME 205416, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial.

## REFERENCIAS

[1] Cañez-Carrasco Ma. Guadalupe, García-Alegría Alejandro " Conductimetría y titulaciones cuando, por qué y para qué? Educación Química 22 (2) 166-169, 2011

[2] Brunatt y de Napoli "Titulaciones conductimétricas", 2009

[3] Darías-Martin J., Socas-Hernández A., "Comparative study of methods for determination of titrable acidity in wine", Journal of food composition of analysis 16, 555-562. 2003.



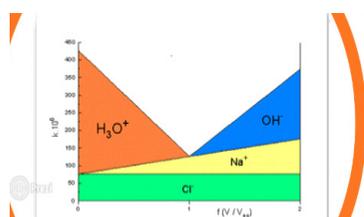
## Factibilidad de las valoraciones conductimétricas en docencia

Miguel Alejandro Cruz Soberanes, Alma Luisa, Revilla Vázquez

Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Primero de mayo s/n. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. CP 54740. Tel 5623-2003.

Correo: almarv@unam.mx

### INTRODUCCIÓN

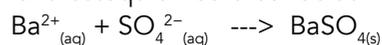


Las valoraciones conductimétricas son una excelente opción en docencia debido a que son rápidas, económicas y pueden emplearse para reacciones tipo ácido-base, redox o de solubilidad. La ventaja principal del punto final conductimétrico, es su aplicabilidad a la titulación de soluciones muy diluidas y a sistemas en los que la reacción es relativamente incompleta; además, los sistemas electroquímicos emplean equipos que pueden ser pequeños y transportables.

### ANTECEDENTES

Los métodos electroquímicos de análisis son muy empleados para la cuantificación de analitos, debido a que son sistemas, sencillos, rápidos y de bajo costo y pueden miniaturizarse. Las valoraciones conductimétricas junto con las potenciométricas, son una excelente opción para la enseñanza de la electroquímica. La ventaja principal del punto final conductimétrico es su aplicabilidad a la titulación de soluciones muy diluidas y a sistemas en los que la reacción es relativamente incompleta. Así, por ejemplo, es posible la titulación conductimétrica de una solución acuosa de fenol ( $k_{aq} = 10^{-10}$ ) aunque el cambio de pH en el punto de equivalencia es insuficiente para un punto final potenciométrico o con indicador visual[1]. La conductividad de las disoluciones es medida por medio de un conductímetro el cual a su vez posee una celda que permite medir los cambios de esta magnitud física durante la adición del reactivo titulante[2].

Se pueden realizar valoraciones del tipo ácido-base, que son las más comunes, pero las valoraciones conductimétricas también se pueden emplear en otro tipo de reacciones, como redox y de solubilidad, por ejemplo, la cuantificación de sulfato. Este anión es importante al ser la tercera especie iónica más abundante en el agua de mar[3]. Su cuantificación es factible mediante su reacción con  $Ba^{2+}$  la cual es rápida, cuantitativa y con una estequiometría conocida:



### OBJETIVO

Presentar las ventajas y opciones de las valoraciones conductimétricas para la cuantificación electroquímica de iones y su factibilidad de ser incluidas en los laboratorios para la enseñanza de la electroquímica analítica.

### METODOLOGÍA

Se utilizó un conductímetro Thermo Scientific Orion Star Meter con un electrodo Starter OHAUS STCON3 ( $2\mu S/cm - 200 mS/cm; 0 - 100\text{ }^\circ C$ ), se calibra con estándar indicativos de conducción, ( $1413\ \mu S$  y  $12.88\ mS$ ). HCl y NaOH (JT BAKER),  $BaCl_2$  (Técnica Química S.A.),  $K_2SO_4$  y  $FeSO_4$  (Monterrey), Sulfato ferroso 200 mg, (ANSOF).

El procedimiento es en general el mismo: preparación de la solución a valorar y del valorante. La alícuota es de 20 ml; la adición es de 0.5 ml de valorante y se mide en cada una la conductividad; la valoración se detiene al tener datos suficientes que formen una curva (de 8-15 puntos después del punto de equivalencia).

Los datos se tratan realizando la regresión lineal de los puntos antes y después del punto de equivalencia, y al igualar las rectas, se obtiene el volumen gastado de valorante y se realiza la cuantificación correspondiente.

### RESULTADOS PRINCIPALES

A continuación, se presentan los resultados para la valoración de sulfato en una solución estándar o bien en tabletas comerciales con la misma solución de Bario ( $1.26 \times 10^{-2} M$ ).

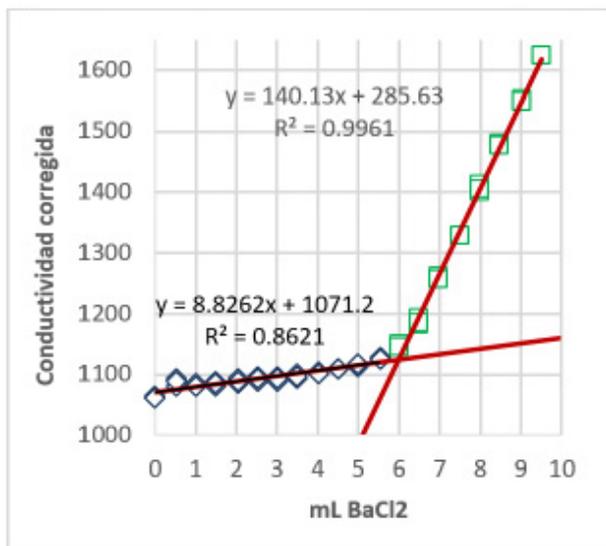


Figura 1. Valoración de SO<sub>4</sub><sup>-</sup> std (3.9x10<sup>-3</sup>M)

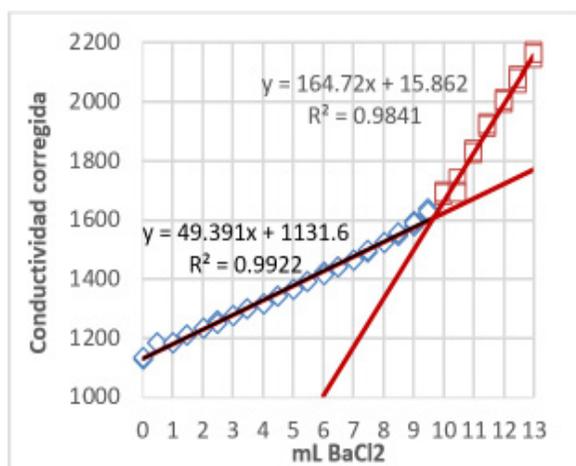


Figura 2. Valoración de SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (6.17x10<sup>-3</sup>M) en tabletas

Como se aprecia en las figuras 1 y 2, los resultados son mejores al emplear una solución más diluida de sulfatos. Cabe mencionar que de manera indirecta se podría cuantificar la cantidad de Fe(II) presente en las tabletas comerciales de FeSO<sub>4</sub> y comparar su contenido con el marbete de dicho medicamento.

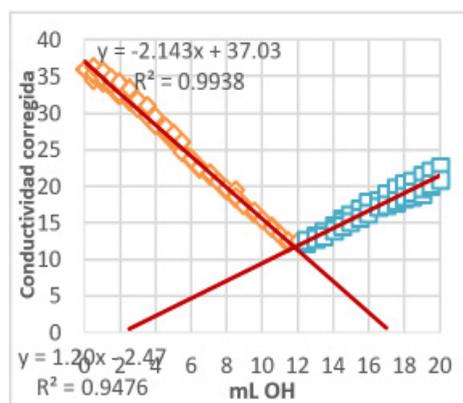


Figura 3. Valoración H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup> <-> H<sub>2</sub>O

La figura 3 ejemplifica una valoración ácido- base realizada por triplicado con HCl y NaOH como valorante.

## CONCLUSIONES

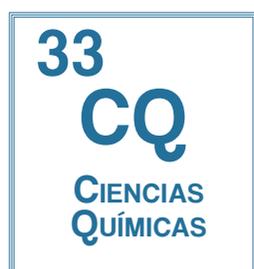
Las valoraciones conductimétricas, pueden realizarse para diferentes tipos de reacciones, se realizan rápidamente, son económicas y el análisis de los resultados es sencillo y comparable a las valoraciones espectrofotométricas dado que se obtienen también respuestas lineales, lo que permite que esta técnica sea ideal para su uso en la industria y en los cursos de docencia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNAM DGAPA por el apoyo otorgado al proyecto PAPIME 205416, Fortalecimiento de la enseñanza de la química analítica para la carrera de química industrial.

## REFERENCIAS

- [1] Brunatti, P., De Nápoli, H. Titulaciones conductimétricas [versión electrónica]. Consultado por última vez febrero 01 de 2017, URL <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/martinezma/archivos/Titulaciones%20Conductimetricas.pdf>
- [2] Cádiz- Carrasco M.G., García-Alegría A.M., Bernal Mercado A.T., Federico-Pérez R.A., Wicochea Rodríguez J.D. Conductimetría y titulaciones, ¿cuándo, por qué y para qué? Educación Química, 2011, 22(2). 166-169.
- [3] Brunatti, P., De Nápoli, H. Titulaciones conductimétricas [versión electrónica]. Consultado por última vez abril 04 de 2017, de la URL <http://materias.fi.uba.ar/6305/download/Titulaciones%20Conductimetricas.pdf>



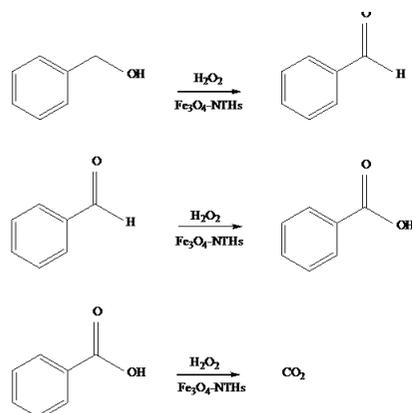
## Oxidación verde de alcoholes bencílicos catalizada por óxidos de hierro/nanotubos de haloisita

Jorge Eduardo García-Petronilo<sup>1</sup>, José Luis Arias Téllez<sup>1</sup>, Guadalupe Iveth Vargas-Rodríguez<sup>1</sup>, José Álvaro Chávez-Carvayar<sup>2</sup>, Antonio Gómez-Cortés<sup>3</sup>, Luis Barbo Hernández-Portilla<sup>4</sup>, Yolanda Marina Vargas-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno, 54740 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. México. <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Materiales, UNAM. Circuito Exterior S/N, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, CDMX. <sup>3</sup>Instituto de Física, UNAM. Circuito de la Investigación Científica Ciudad Universitaria CP 04510 México, D.F. <sup>4</sup>Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNA M. Av. de Los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Hab. Los Reyes Iztacala Barrio de los Árboles/Barrio de los Héroes, 54090 Tlalnepantla, Edo. de Méx. México.

Correo: ymvargas@unam.mx

### INTRODUCCIÓN



En el presente trabajo se generó un proceso de oxidación de alcohol 4-metoxibencílico con acercamiento verde utilizando un catalizador magnético a base de óxidos de hierro (magnetita y maghemita) y nanotubos de haloisita (NTHs) obtenido por el método de coprecipitación el cual, además, fue caracterizado por técnicas tales como difracción de rayos X, Microscopía Electrónica de Barrido y adsorción-desorción de N<sub>2</sub>. La caracterización mostró que las nanopartículas obtenidas son un nanocomposito de magnetita-maghemita-HNTs con área superficial específica de 72.04 m<sup>2</sup>/g y con tamaño medio de partícula de 37 nm. La oxidación del alcohol 4-metoxibencílico, inicialmente produce el aldehído y ácido carboxílico correspondiente. Posteriormente, estos se degradan. Asimismo, el orden y la rapidez de reacción demostraron ser dependientes de la cantidad de oxidante y la cantidad de catalizador. Se obtuvo un método de oxidación de alcoholes bencílicos, utilizando como catalizador a un nanocomposito de magnetita-maghemita-NTHs y peróxido de hidrógeno (oxidante), como una alternativa verde comparada con los procesos tradicionales

### ANTECEDENTES

En los métodos generales de oxidación de alcoholes se suelen emplear reactivos tóxicos basados en cromo hexavalente o dióxido de manganeso que, por lo general, involucran procesos y sustancias peligrosas, así como disolventes orgánicos contaminantes del ambiente [1-2].

Con el objetivo de generar un método de oxidación de alcoholes bencílicos con un acercamiento verde, en este trabajo se sintetizó un nanocomposito a base de óxidos de hierro y nanotubos de haloisita (HNTs) el cual se caracterizó por diversas técnicas analíticas. También, la actividad catalítica del nanocatalizador fue investigada para la oxidación de alcoholes bencílicos usando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como oxidante. También se investigó la influencia de la cantidad de catalizador y de oxidante, así como el efecto de temperatura.

### OBJETIVO

Generar procesos de oxidación económicos y ecoamigables de alcoholes en medio acuoso a través de ca-

talizadores de magnetita/nanotubos de haloisita naturales, como una alternativa a los procedimientos tradicionales que emplean sustancias tóxicas a la salud y al ambiente.

### METODOLOGÍA

**Materiales:** Cloruro de hierro(III) hexahidratado (FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O) y sulfato de hierro(II) heptahidratado (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), alcohol bencílico, alcohol 4-metoxibencílico, alcohol 2-metilbencílico, alcohol 3-metilbencílico, alcohol 4-nitrobencílico y 1-fenilpropanol, hidróxido de amonio (NH<sub>4</sub>OH), así como los nanotubos de haloisita (HNTs) fueron obtenidos de Ferromont, Sigma-Aldrich y J.T. Baker y se utilizaron sin purificar. El agua para todas las reacciones fue desionizada.

**Síntesis del catalizador:** Las nanopartículas de magnetita soportadas en nanotubos de haloisita serán obtenidas por el método de coprecipitación,

**Caracterización del catalizador magnético:** El catalizador, se caracterizó por difracción de rayos X, adsorción-desorción de nitrógeno, microscopía electrónica de barrido acoplado a EDS y microscopía electrónica de transmisión

**Experimento típico:** En un tubo con tapón de rosca, se adicionó 1 mmol de alcohol bencílico, 20 mg de catalizador magnético, 3 ml de agua desionizada y 2 mmoles de peróxido de hidrógeno, bajo agitación magnética. Éste se colocó en un baño de temperatura constante.

**Evaluación de la reacción.** Las variables a considerar fueron: temperatura, tiempo, cantidad de oxidante y catalizador y, para ello, se utilizó al alcohol 4-metoxibencílico. Obtenidas las mejores condiciones de reacción, se realizó el mismo experimento con los demás alcoholes.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados mostrados por DRX indican la existencia de magnetita, maghemita y metahaloisita (Nanotubos de haloisita deshidratados). Asimismo, el tamaño de partícula se estimó en 37 nm. Con Microscopía electrónica de barrido, se observó que las nanopartículas de óxidos de hierro presentan forma esférica y que los nanotubos de haloisita se encuentran dispersos en medio (Figura 1).

Por adsorción-desorción de N<sub>2</sub>, se encontró que el nanocatalizador posee área superficial específica igual a 72.04 m<sup>2</sup>/g y que es un material mesoporoso con tamaño medio de poro y volumen total de poro de 11.2 nm y 0.2023 cm<sup>3</sup>/g, respectivamente.

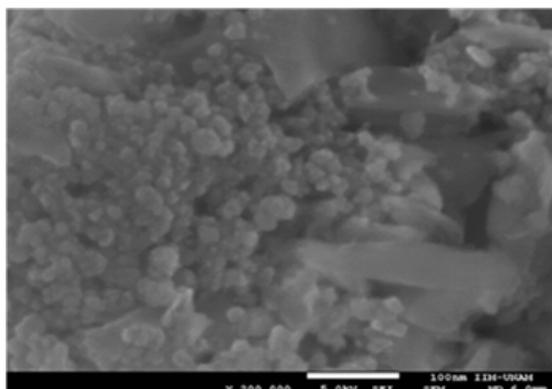


Figura 1. Micrografía del catalizador magnético obtenido por Microscopía Electrónica de Barrido con aumento de x200,000.

La identificación de los compuestos obtenidos en la oxidación de alcohol 4-metoxibencílico se realizó por cromatografía de gases acoplado a espectrómetro de masas, observándose la presencia de 4-metoxibenzaldehído. Además, se obtuvieron como subproductos al propanoato de etilo, tolueno, mequinol, formiato de anisilo, isovanillina y éter p-metoxibencílico.

Con respecto a la cinética de oxidación del alcohol 4-metoxibencílico, los resultados arrojaron que los tiempos máximos de reacción para procesos con 2, 20 y 50 mmol de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> son de 300, 135 y 90 min. Con cantidades de catalizador de 5, 10 y 20 mg, los órdenes de reacción son de 1, 1 y 0, respectivamente (Figura 2). Sin embargo, con 20 mg de catalizador se obtuvo mayor rapidez de reacción (aparente), debido a que cualitativamente la pendiente es mayor.

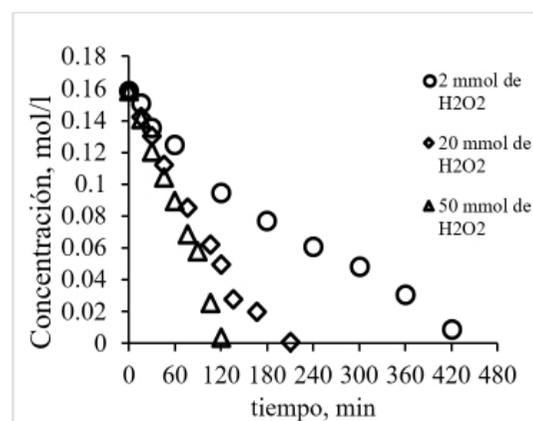


Figura 2. Degradación de alcohol 4-metoxibencílico en procesos con 2, 20 y 50 mmol de oxidante y 20 mg de catalizador magnético, 1 mmol de alcohol y 80°C

## CONCLUSIONES

El catalizador sintetizado está compuesto por nanotubos de haloisita deshidratada y nanopartículas esféricas de magnetita y maghemita. El tamaño medio de éstas últimas fue calculado de 37 nm. El catalizador, en su conjunto, es mesoporoso, con tamaño medio de poro de 11.2 nm, volumen total de poro de 0.2023 cm<sup>3</sup>/g y área superficial específica de 72.04 m<sup>2</sup>/g.

Asimismo, el catalizador sintetizado promovió la oxidación del alcohol 4-metoxibencílico en condiciones suaves de reacción, llegando a la producción de su respectivo aldehído y la mineralización total.

Después de determinado tiempo, la reacción cambió de mecanismo, obteniéndose así tiempos máximos de reacción.

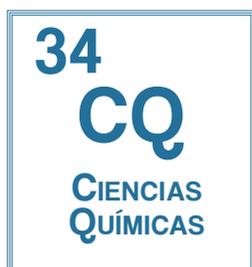
El orden de reacción mostró ser dependiente de la cantidad de catalizador y cantidad de oxidante.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con fondos del proyecto DGAPA-UNAM PAPIIT RT101815.

## REFERENCIAS

- [1] Atashin, H., & Malakooti, R. (2013). Magnetic iron oxide nanoparticles embeded in SBA-15 as a green and recoverable catalyst for oxidation of alcohols and sulfides. *Journal of Chemical Society*.
- [2] Sheldon, R. A. (2015). Recent advances in green catalytic oxidations of alcohols in aqueous media. *Catalysis Today*, 247, 4-13.



## El papel de la química en el suelo y agua de riego en la actividad agrícola

Salma Isabel Juárez Osorio, Salma Casarez López, Nayla Cedillo Zavala,  
Lidia E. Ballesteros Hernández, Griselda Ávila Enríquez  
Departamento de Ciencias Químicas, Sección de Química Inorgánica,  
FES-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo: [413salmaosorio@gmail.com](mailto:413salmaosorio@gmail.com), [casarezsalma@gmail.com](mailto:casarezsalma@gmail.com), [nayla.cedillo@gmail.com](mailto:nayla.cedillo@gmail.com),  
[lidlebah@hotmail.com](mailto:lidlebah@hotmail.com), [grisa@comunidad.unam.mx](mailto:grisa@comunidad.unam.mx)



### INTRODUCCIÓN

El suelo es definido como la parte de la corteza terrestre que sirve de sostén a las plantas, constituyendo su fuente de alimento, depósito de millones de seres microscópicos imprescindibles en el desarrollo de todo vegetal. Al igual que el suelo, la calidad de agua de riego juega un papel importante. Dentro de la FESC campo cuatro se lleva a cabo la siembra de temporada. Cabe resaltar que la zona utilizada no cuenta con la apariencia de un suelo agrícola, por tal motivo se decidió utilizar este suelo y agua de riego como muestra para el estudio dentro del laboratorio de química. A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que las parcelas estudiadas se pueden tener cultivos con rangos de pH hasta de 7 debido a que es un suelo ácido, el cual deberá abonarse para tener un mejor rendimiento de siembra.

### ANTECEDENTES

El suelo es definido como la parte de la corteza terrestre que sirve de sostén a las plantas, constituyendo su fuente de alimento, depósito de millones de seres microscópicos imprescindibles en el desarrollo de todo vegetal.

Tiene su origen en las rocas y minerales que se desintegran por la erosión, continua su constitución por procesos químicos y biológicos.

Al igual que el suelo, la calidad de agua de riego juega un papel importante. Afecta tanto a los rendimientos de los cultivos, como las condiciones físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son favorables u óptimas; por lo tanto, es muy importante realizar un análisis de agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir.

Dentro de la FESC campo cuatro se lleva a cabo la siembra de temporada. Cabe resaltar que la zona utilizada no cuenta con la apariencia de un suelo agrícola, por tal motivo se decidió utilizar este suelo y agua de riego como muestra para el estudio dentro del laboratorio de química II, asignatura que se imparte en el segundo semestre de la carrera de Ingeniería Agrícola.

### OBJETIVO

Conocer la composición química del suelo y agua de riego responsable de las características físicas del mismo.

### METODOLOGÍA

Para abordar dicha problemática se recolectaron muestras de suelo a tres distintas profundidades (superficial, 10 y 30 cm), las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la asignatura de Química I, a través de diversos procedimientos para determinar la composición y comportamiento químico tanto de éste como del agua de riego, misma que es empleada en dicha zona.

En ambos casos es fundamental conocer la concentración de las sales minerales, la cual se obtuvo a través de un extracto de saturación, para obtener la conductividad eléctrica y la capacidad que esta tiene para el intercambio de cationes y aniones.

Durante del desarrollo de las diferentes prácticas se siguió la metodología que se indica en el Manual de laboratorio de la asignatura química I [1].

**RESULTADOS PRINCIPALES**

A continuación se presentan los resultados y análisis obtenidos de las pruebas de conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, necesidad de cal y materia orgánica que se realizaron a las muestras de suelo.

**Tabla 1. Resultados y análisis de las muestras de suelo**

Suelo	Resultados	Análisis de resultados
Conductividad del agua	- Extracto 1 (Superficial) = 0.87 mS - Extracto 2 (50 cm) = 0.81 mS	De acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000
Capacidad catiónica	- 21.4798 meq x 100 g de suelo	(2) Superficialmente un suelo con pH menor a 7.0 se ajusta por la presencia de iones aniónicos $NO_3^-$ y $Cl^-$
pH y acidez de cal	- Contenido de H <sup>+</sup> = 12.9 Meq H <sup>+</sup> / 100 g - Necesidad de cal: 0.210 kg/Mo (pH=7) - 20.23 kg/Ha (pH>7) - Cultivo óptimo pH óptimo 7.4 - pH=7.27	En este suelo se pueden manejar cultivos con un rango de pH mayor a 7, si se desea implementar cultivos de diferente pH así como la aplicación de cal.
Determinación de la materia orgánica	- % de C orgánica = 5.31% - % de C inorgánica = 2.59% - % de MO = 2.725%	Los suelos naturales con los que se desarrollan a partir de materiales de rocas minerales, los suelos tienen bajo contenido de materia orgánica ya que un suelo orgánico contiene más del 18% de MO en solo el perfil del suelo

Los resultados obtenidos y su análisis de las prueba realizadas a una muestra de agua de riego se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Resultados y análisis de la muestra de agua de riego**

Agua de riego	Resultados	Análisis de resultados
Determinación de $HCO_3^-$ y $CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$ = 118.3 meq/L Alcalinidad = 3.00 meq/L	Solo se encuentran $HCO_3^-$
Aniones en agua de riego	- Determinación de $SO_4^{2-}$ = 118.3 meq/L - Determinación de $Cl^-$	La presencia de aniones $SO_4^{2-}$ y $Cl^-$ en el agua de riego estudiado no afecta directamente a la capacidad del suelo ya que se encuentran en pequeñas cantidades.

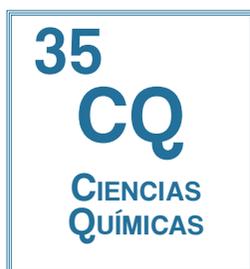
**CONCLUSIONES**

En la agricultura es indispensable contar con un suelo y agua que contenga los suficientes nutrientes y sales minerales conforme al tipo de cultivo que se desea implementar.

Después de los diversos procesos determinamos que dentro de las parcelas estudiadas se pueden tener cultivos con rangos de pH hasta de 7 debido a que es un suelo ácido, por lo que es un suelo mineral deberá abonarse para tener un mejor rendimiento de siembra.

**REFERENCIAS**

[1] A. Aguirre, G. Delgadillo y F. Leon, (1985). Manual de Laboratorio Química I, Ingeniería Agrícola, UNAM, México, D.F.  
[2] Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 ([http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002)). Recuperado el día 9 de mayo de 2017



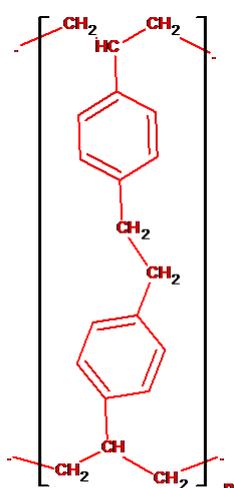
## Avances de la reacción de entrecruzamiento de poliestireno

Edgar Pardo Montes<sup>1</sup>, José G. García Estrada<sup>1</sup>, José G. Penieres Carrillo<sup>2</sup>, Fernando Ortega Jiménez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco

<sup>2</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Correo: edgar\_pardom@hotmail.com



### INTRODUCCIÓN

Las reacciones de entrecruzamiento en polímeros modifican a estas macromoléculas en cuanto a propiedades mecánicas y fisicoquímicas ofreciendo versátiles aplicaciones ya como plásticos. El objetivo del presente trabajo es mostrar los avances alcanzados tanto experimentalmente y computacionalmente para la reacción de entrecruzamiento del poliestireno reciclado con benzaldehído, formaldehído y 1,2 dicloroetano. Las reacciones se efectuaron considerando como fuente de energía luz de infrarrojo empleando como catalizador ácido una arcilla de origen nacional. Los mejores resultados obtenidos hasta ahora en cuanto a tiempos y rendimiento de reacción fueron con el 1,2 dicloroetano, siendo estos 30 minutos de reacción y un rendimiento de 84%.

### ANTECEDENTES

Hoy en día una de las problemáticas ambientales son los residuos sólidos, entre ellos se encuentran los plásticos siendo los principales los formados por polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliestireno (PS), en este último se ha venido implementando métodos de reciclado químico [1-2] que van desde la recuperación del monómero o bien la de compuestos aromáticos de valor agregado [3]. Por otro lado, existen reportes en el reciclado de poliestireno mediante reacciones de entrecruzamiento [4-5], las cuales se definen como la unión entre sus cadenas vecinas con la incursión de un compuesto orgánico y obtener así una red tridimensional adquiriendo nuevas propiedades fisicoquímicas, se habla entonces de polímeros entrecruzados. Un ejemplo representativo ha sido el proceso de vulcanización en la elaboración de las llantas vehiculares.

### OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es llevar a cabo reacciones de entrecruzamiento del poliestireno con compuestos orgánicos en las que involucran sustituciones electrofílicas aromáticas con el empleo o uso de un catalizador ácido de Lewis de origen nacional, carac-

terizar a los compuestos formados, correlacionar los datos espectroscópicos computacionalmente.

### METODOLOGÍA

Se disuelve previamente poliestireno en acetato de etilo para disminuir su volumen, se evapora el disolvente y se tritura en forma de pellets. Se hace reaccionar en sistema de reflujo en una proporción uno a uno en mililitros de poliestireno con el compuesto orgánico: formaldehído, benzaldehído y 1,2 dicloroetano, adicionando al mismo tiempo cinco partes equivalentes en masa (gramos) de bentonita. El calentamiento se efectúa en una lámpara de luz infrarroja (temperatura aproximada 280°C) variando los tiempos de reacción.

Los productos obtenidos se extraen con acetato de etilo y se obtiene un compuesto con características poliméricas después de la sequedad del disolvente.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados hasta ahora son: en los tres casos se obtuvieron sólidos con diferentes puntos de fusión, con formaldehído fue de 113°C, para el caso del benzaldehído de 80°C y finalmente para cuando se utiliza el 1,2 dicloroetano presen

tó un punto de fusión de 140°C.

Se logró determinar el espectro de IR para el producto obtenido con el 1,2 dicloroetano (Figura 1), en él se aprecia una banda a 3021 cm<sup>-1</sup> débil de estiramiento

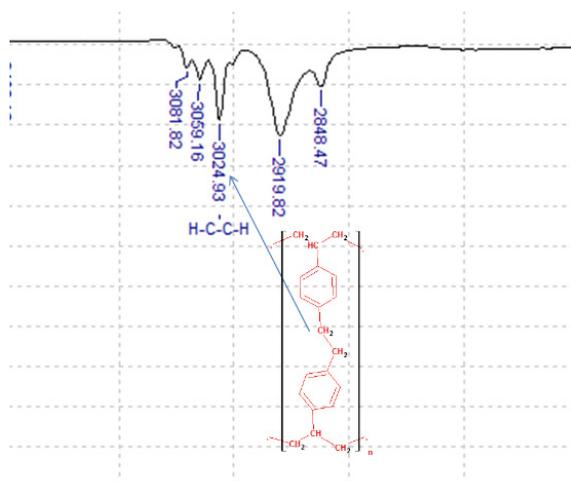


Figura 1. Espectro de IR entrecruzamiento con 1,2 dicloroetano.

Dicha banda es corroborado con el empleo del software Spartan 08 y utilizando la base cálculo semiempírico AM1, Figura 2.

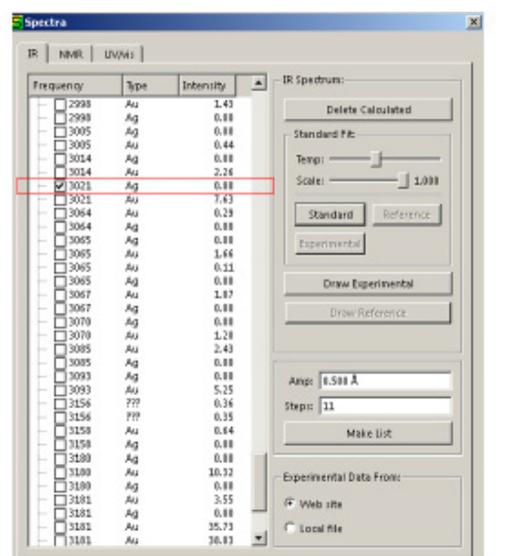


Figura 2. Espectro de IR entrecruzamiento con 1,2 dicloroetano, determinado computacionalmente.

## CONCLUSIONES

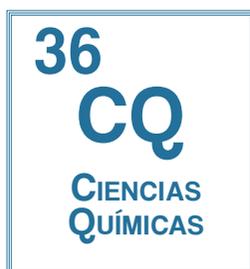
Las conclusiones alcanzadas hasta ahora son:

Se logró obtener tres productos de reacción, para el caso de la reacción poliestireno con 1,2 dicloroetano el espectro de IR señala una banda característica del enlace -C-H- en particular del enlace entre -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>- y confirma la reacción de entrecruzamiento.

El empleo del software Spartan 08 corroboró adecuadamente el espectro de IR obtenido experimentalmente.

## REFERENCIAS

- [1] V. R. Sastri and G. C. Tesoro, J. Polym. Sci. Part C: Polym. Lett., 27, 153 (1989). DOI:10.1002/pol.1989.140270502.
- [2] G. C. Tesoro and V. R. Sastri, J. Appl. Polym. Sci., 39, 1425 (1990). DOI: 10.1002/app.1990.070390702
- [3] Y. Wu, G. Tesoro, and P. I. Engelberg, Polym. Prepr., 32 (2), 140 (1991). DOI: 10.1007/978-94-011-0607-8\_6
- [4] V. R. Sastri and G. C. Tesoro, J. Appl. Polym. Sci., 39, 1439 (1990). DOI: 10.1002/app.1990.070390703
- [5] Y. Chujo, K. Sada, and T. Saegusa, Macromolecules, 23, 2693 (1990). DOI:10.1295/polymj.25.599



## Reacción de Biginelli para proponer como práctica de Laboratorio de Química Heterocíclica para la carrera de Química Industrial

Deysi Joselin Calderon Torres, Samantha Sthefany Camacho Rodríguez, Gerson Jair Duran Gasca  
Departamento de Química Orgánica, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 1

Correo: deysijoselin6@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

La Síntesis de Biginelli es un método de síntesis en donde se obtiene un derivado de la pirimidina. Consiste en una reacción que emplea un  $\beta$ -cetoéster, un aldehído y urea. Esta reacción fue desarrollada por Pietro Biginelli en 1891. La reacción puede ser catalizada por un ácido de Brønsted y/o por un ácido de Lewis.

### ANTECEDENTES

La síntesis de Biginelli se lleva a cabo en un método de síntesis orgánica, en donde se obtiene un derivado de la pirimidina. Consiste en una reacción que emplea un  $\beta$ -cetoéster.

Con esta práctica se pretende demostrar que la reacción se puede utilizar como una reacción que ilustra la síntesis de un sistema heterociclo de forma sencilla y con un buen rendimiento, a su vez también tiene bajo impacto ambiental de derivados de 3,4-dihidropirimidinonas [1-2].

Esta síntesis es una reacción multicomponente tipo Biginelli la cual se emplea con los siguientes reactivos benzaldehído, acetoacetato de etilo y urea.

En la industria farmacéutica las dihidropirimidinonas (Productos de la reacción de Biginelli) son utilizadas como bloqueadores del canal de calcio y como agentes antihipertensivos.

### OBJETIVO

Llevar a cabo la síntesis de un sistema heterocíclico derivado de la pirimidina (dihidropirimidinona) estructuralmente simple a través de la reacción de Biginelli.

### METODOLOGÍA

Tabla 1. Metodología

Reactivos	Equipo	Material
Matraz bola 50 mL	Mantilla MCA 302-3	Benzaldehído
Condensador	1 balanza	Acetoacetato de Etilo
3 pipetas graduadas de 1mL	Soporte universal con pinzas	Urea
1 Embudo Buchner		Etanol

Se colocaron 1 mL de benzaldehído, 1.5mL de acetoacetato de etilo, 0.5g de urea y 1mL de etanol en un matraz bola de 50 mL con una barra de agitación, agregó una gota de HCl concentrado, se calentó la mezcla a reflujo con agitación durante 1.5h, posteriormente se enfrió con hielo el matraz de reacción a 0°C. Se filtró el producto utilizando embudo Buchner, realizando lavados con etanol, se pesó el producto y se determinó punto de fusión y rendimiento.

La síntesis se realizó por medio de una reacción de Biginelli entre un  $\beta$ -cetoéster, un aldehído y la urea de acuerdo a la Figura 1, con el mecanismo propuesto en la Figura 2.

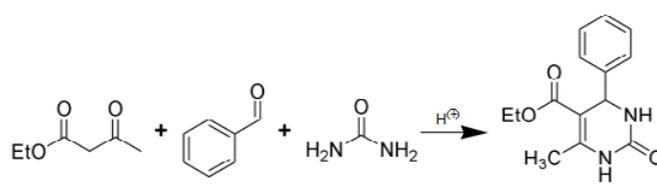


Figura 1

### Mecanismo de reacción

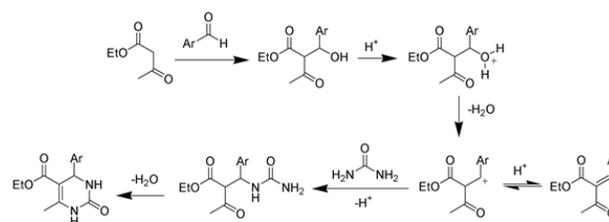


Figura 2

### Tratamiento de residuos

Dado que los únicos residuos que se produjeron fueron al momento de realizar lavados con etanol, éste se dejó evaporar en la campana.

### Resultados y discusión

En la Tabla 2, se muestra las características del producto 3,4-dihidropirimidinona, (Biginelli) las cuales son (contrastadas con el) punto de fusión teórico de 202.4 °C

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<b>Color</b>	Blanco amarillento
<b>Punto de fusión</b>	201 °C
<b>Rendimiento</b>	89.40 %

### Cálculo de rendimiento.

$$\begin{aligned} Ren &= \frac{g \text{ obt}}{g \text{ teóricos}} \times 100 = \frac{1.9 \text{ g}}{2.1739} \times 100 \\ &= 89.40\% \end{aligned}$$

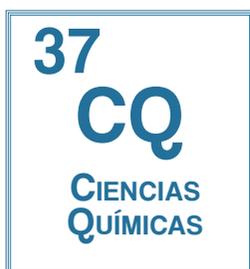
### CONCLUSIONES

Durante la experimentación se pudo llevar a cabo la síntesis del sistema heterocíclico derivado de la pirimidina (dihidropirimidinona), mediante la reacción de Biginelli.

### REFERENCIAS

[1] Paquette, Leo. (1987) Fundamentos de química heterocíclica, Limusa, 2da, México.

[2] Holden S. Michael and Cruch David R. (2001) Journal of Chemical Education, 78, 8, p.1104-1105.



## Desarrollo de un método analítico para el monitoreo de aminas biogénicas en atún por HPLC con detector de fluorescencia

Omar Molina Alejandre<sup>1</sup>, María Gabriela Vargas Martínez<sup>1</sup>, María Andrea Trejo Márquez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida 1° de Mayo, S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo México. Tel: 56232003.

<sup>2</sup>Centro de Asimilación Tecnológica. Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú S/N, Col. San Juan Atlamica, Cuautitlán Izcalli, Edo México. Tel: 5817-3479 Ext. 1021.

Correo: omar.alej@hotmail.com, gvargasm@unam.mx, andreatrejo@correo.unam.mx

### INTRODUCCIÓN

Empleando la técnica de HPLC con detector de fluorescencia, se desarrolló un método que permite monitorear el contenido de aminas biogénicas (AB's) (histamina, tiramina, putrescina y cadaverina) en atún. Se derivatizaron las AB's con orto-ftalaldehído-mercaptoetanol en MeOH. Se realizaron estudios sobre la cinética de derivatización, la composición de la fase móvil, la derivatización fuera y dentro del automuestreador y el gradiente utilizado. Este método fue aplicado para la determinación de AB's en medallones congelados de atún Dolores® y en atún fresco refrigerado a 3 oC, siendo estos compuestos monitoreados como indicadores de la frescura del producto ya que en México no se cuenta con una legislación adecuada ni con información que garantice la calidad e inocuidad de estos productos.



### ANTECEDENTES

Las aminas biogénicas (AB's) son sustancias formadas por la acción de microorganismos indeseables y de preocupación en salud pública dado que han sido asociadas con envenenamiento por alimentos. Se generan en el pescado tras la muerte del animal y son responsables de su rápida descomposición. Por ello, es necesario proteger y conservar las condiciones sanitarias del producto desde su captura hasta su comercialización final para ampliando los tiempos de conservación en beneficio de los productores, procesadores y consumidores [1].

Un inconveniente de la cuantificación de las AB's por medio de Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (HPLC), es que estos compuestos no contienen cromóforos [2-4]. Por ello, es necesario convertir las AB's en derivados adecuados para lograr su detección. El o-ftalaldehído (OPA) reacciona con grupos amino primarios, dando lugar a un derivado isoindólico en medio acuoso a pH alto en presencia de un agente reductor thiol (2-mercaptoetanol) para formar derivados altamente fluorescentes [2-4].

### OBJETIVO

Desarrollar un método analítico para monitorear el contenido de AB's en una muestra de atún por HPLC con

una derivatización pre-columna con OPA-MeOH y detección de fluorescencia.

### METODOLOGÍA

Equipo: HPLC Shimadzu modelo LC-10AT, con desgasificador DGU-14A, mezclador FCV-10AL, automuestreador SIL-10A, horno CTO-10A, detector de fluorescencia RF-20A, controlador CBM-20A y software LC Solution.

**Tabla 1. Condiciones analíticas de separación**

<b>Columna</b>	Nova-Pack® C <sub>18</sub> 4 μm, 3.9 x 150 mm
<b>Fase Móvil</b>	A: Buffer de acetatos 0.1 M, pH 4.7, B: Acetonitrilo
<b>Gradiente de elución</b>	F.m.=A 80% (0 min), 70% (6 min), 50% (16-25 min), 80% (28-30 min)
<b>Flujo</b>	1.0 mL/min
<b>Temp. de la columna</b>	25°C
<b>Temperatura automuestreador</b>	20°C
<b>Detector</b>	Ex. 330nm Em. 440 nm.
<b>Vol. inyección</b>	4 μL

### Preparación de soluciones

Soluciones Stock de 1000 g/L de histamina (His), tiramina (Tir), putrescina (Put) y cadaverina (Cad) en HCl 0.1 M, a partir de estas soluciones se prepararon diluciones multianalito a 800 g/L aforando con metanol-agua (45:55).

Derivatizante OPA-MERC: 0.01 g del reactivo en 4 mL de MeOH +1 mL de buffer de boratos 0.4 M, pH=9.01 y 80 µL de mercaptoetanol.

### Preparación de la muestra

La preparación de la muestra (Tabla 2) se realizó con atún congelado (placebo) y atún descompuesto (1 semana fuera del congelador).

**Tabla 2. Preparación de la muestra de atún**

Gramos atún	Disolvente	Extracción	Tiempo
5 g antes	HClO <sub>4</sub> 0.6 M	Vortex	40 min
homogeneizado	Centrifugación 6000 rpm, 25 min, posterior filtración con papel y neutralización. Filtración con membrana millipore de 0.45 µm de poro antes de su inyección.		

## RESULTADOS PRINCIPALES

La figura 1 muestra el perfil de las señales de cada una de las AB's estudiadas a las condiciones analíticas mostradas en la tabla 1 con una derivatización dentro del automuestreador controlando así los tiempos de inyección obteniendo parámetros de precisión aceptables.

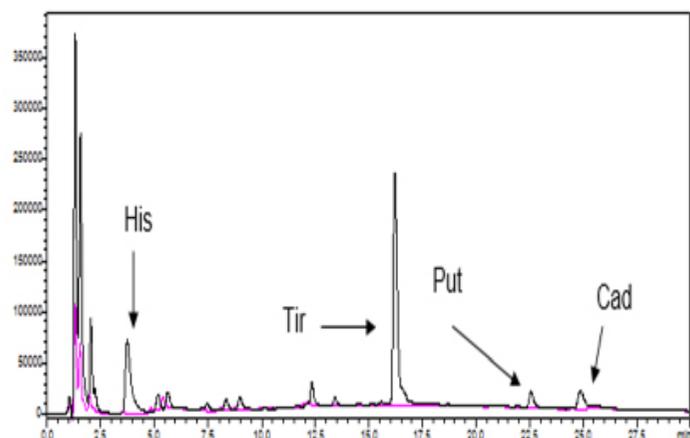


Figura 1. Perfil de medición de AB's a 800 µg/L.  
Traza negra: estándares, traza rosa: blanco.

De la figura 2 se observa que todas las AB's se extraen mejor cuando se utiliza HClO<sub>4</sub>. Finalmente, se evaluó la precisión del sistema para los derivados de AB's a 800 g/L obteniendo valores de tiempos de retención, áreas y alturas con C.V. < al 5%. Así, una cuantificación rápida de las AB's en atún con 1 semana de descomposición (Figura 7, traza azul) indican que por cada 1 g de atún hay una cantidad >1396.2 µg de His, 51.1 µg de Tir, 173.4 µg de Put y 504.8 µg de Cad.

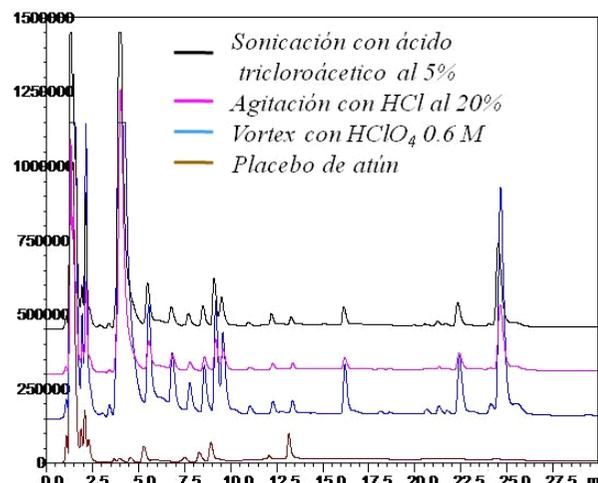


Figura 2. Comparación entre los diferentes métodos de extracción de AB's

## CONCLUSIONES

Se logró desarrollar exitosamente un método que permite la detección y cuantificación de 4 AB's en menos de 2 h con una automatización casi total y usando volúmenes pequeños de muestra.

Al emplear un detector de fluorescencia el método es muy sensible lo que permite cuantificar AB's en el orden de g/L.

La muestra de atún con 1 semana de descomposición presenta altos niveles de histamina y cadaverina mientras que en el placebo de atún se tiene una señal muy pequeña de histamina, por lo que éste método puede emplearse para el monitoreo de la calidad del atún. Se plantea la futura validación de éste método para el control de calidad del atún ya que en México no existe ninguna legislación referente al contenido de AB's, sus límites permisibles y su toxicidad.

## REFERENCIAS

- [1] Norma Oficial Mexicana NOM-128-SSA-1994. (2017) Bienes y servicios. Que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de pesca. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/128ssa14.html>. Recuperado el 09/03/17.
- [2] M. Martínez, C. Moctezuma. (2006). "Espectrofluorimetría". Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biotecnología.
- [3] Y. Martínez. (2005) "Aportaciones de la química analítica a la resolución de diversos problemas medioambientales". Universidad de Valencia. Facultad de Química. Departamento de Química Analítica.
- [4] S. Meseguer Lloret. (2004). "Métodos Quimioluminiscentes en Química Analítica". Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Facultad de Química. Departamento de Química Analítica.



## Identificación de los polifenoles presentes en la hierba del cáncer (Cuphea aequipetala Cav.) por electroforesis capilar

Meztli Andrea Vite Ibarra<sup>1</sup> María Gabriela Vargas Martínez<sup>1</sup>, Brígida del Carmen Camacho Enríquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, <sup>2</sup>Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida 1° de Mayo, S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo México, Tel: 56232003.

Correo: meztli.vite@gmail.com, gvargasm@unam.mx, bcamachoe@gmail.com



### INTRODUCCIÓN

Aunque se sabe que la hierba del cáncer (Cuphea aequipetala Cav) tiene un alto contenido de antioxidantes a los que podrían atribuirse sus propiedades medicinales, no existen reportes sobre la identificación de estos compuestos en el producto vegetal. Los compuestos fenólicos son a los que se les atribuyen el mayor poder antioxidante en plantas. Por lo anterior en este trabajo se muestra cómo se realizó la identificación de los polifenoles presentes en extractos acuosos de la hierba del cáncer por Electroforesis Capilar. Los extractos utilizados fueron acuosos, a manera de infusión a 60 °C, considerando que de esta manera es consumida por la población. Los polifenoles identificados fueron: ácido 3,4-dihidroxibenzoico, ácido gálico, ácido p-cumárico, kaempferol, luteolina, miricetina y vainillina.

### ANTECEDENTES

Una de las plantas medicinales que se ha utilizado de manera tradicional desde la edad media tanto en México como en Brasil y que ha sido muy poco investigada es la planta Cuphea aequipetala Cav. conocida como hierba del cáncer; otros nombres que puede recibir son alfilerillo o árnica falsa. En México crece en la zona centro y sur del país hasta llegar a Guatemala, generalmente mide de 3 a 20 m de altitud. Poco se conoce de los metabolitos secundarios de la hierba del cáncer, algunos que se sabe contiene, son ácidos grasos, esteroides, azúcares, triterpenos, y una gran variedad de polifenoles <sup>[1]</sup>.

**Tabla 1. Estándares utilizados para la identificación de polifenoles**

Ac. 3,4-dihidroxibenzoico	Ácido p-cumárico	Lactin
Ac. Gálico	Apigenina	Luteolina
Ac. p-hidroxibenzoico	Arbutina	Miricetina
Ac. Vanílico	Hesperidina	Naringenina
Ac. Rosmarico	Kaempferol	Vainillina

La hierba del cáncer se ha utilizado para diferentes tratamientos, como gonorrea, hemorroides, sífilis y usado contra la hipertensión, anticonceptivo, antidiarreico, y diferentes malestares estomacales. <sup>[2,3]</sup>

### JUSTIFICACIÓN

La hierba del cáncer ha tenido muchos usos y por mucho tiempo, lo que la convierte en una planta de interés para identificar sus componentes comprobar su actividad biológica.

### OBJETIVO

Identificar los polifenoles presentes en el extracto acuoso de la hierba del cáncer por electroforesis capilar, con la finalidad de contribuir al conocimiento de su composición y posible origen de sus propiedades medicinales.

### METODOLOGÍA

- Preparación del extracto acuoso  
Se pesó 1 g de hojas secas de Cuphea aequipetala en 10 mL de agua desionizada a 60 °C por 1 min para obtener el extracto por infusión, centrifugando y filtrando a su término para evitar la presencia de sólidos en el extracto.
- Identificación de polifenoles  
Se realizaron al menos 3 lecturas del perfil electroforético del extracto acuoso de Cuphea aequipetala (preparado siempre fresco del día) antes y después de agregarle 2 µL del estándar concentrado del polifenol que se sospecha contiene la muestra.  
Los estándares de los polifenoles utilizados son los que se encuentran en la tabla 1.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La identificación de los polifenoles contenidos en el extracto acuoso de la hierba del cáncer, se realizó de la siguiente forma:

- 1) por comparación de los tiempos de migración con los del estándar,
- 2) observando el aumento en la señal del polifenol cuando se le adiciono el estándar que se sospecha y
- 3) comparando su espectro de absorción obtenido con el detector de arreglo de diodos con el del estándar.

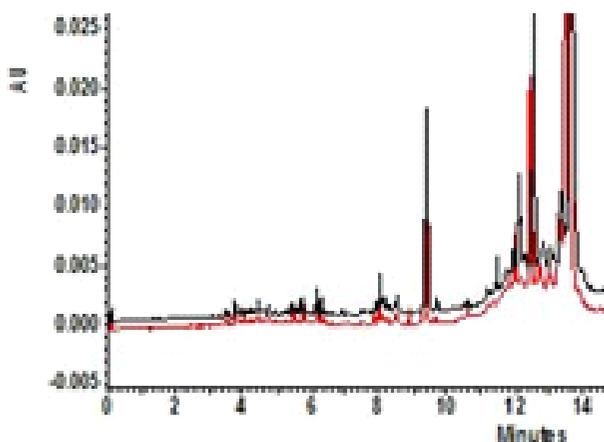


Figura 1. Electroferograma. Traza inferior: extracto acuoso de hierba del cáncer como tal y Traza superior: extracto de hierba del cáncer con adición de ácido gálico.

A manera de ejemplo se explicará la forma de identificación de uno de los polifenoles: como se puede observar en la figura 1, al adicionar el estándar de ácido gálico aumenta la señal en la traza superior a un tiempo de migración de 22.5 min, comparando con la traza inferior se aprecia que el pico correspondiente al ácido gálico es uno pre-existente; es decir, que la planta conocida como hierba del cáncer tiene como uno de sus componentes el ácido gálico.

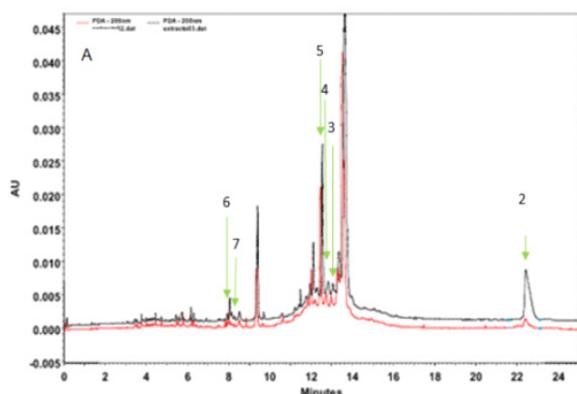


Figura 2. Electroferograma de la identificación de los polifenoles presentes en el extracto de *Cuphea aequipetala*. de acuerdo a la tabla 2.

De la misma forma realizó la adición de cada uno de los estándares a extracto fresco, obteniéndose así la identificación positiva de: (1) Ac. 3,4-dihidroxibenzoico, (2) Ac. Gálico, (3)

Ácido p-cumárico, (4) Kaempferol, (5) Luteolina, (6) Miricetina, (7) Vainillina los cuales se pueden ver en la figura 2.

## CONCLUSIONES

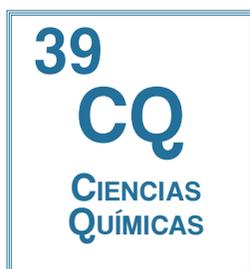
Se lograron identificar exitosamente 7 polifenoles presentes en el extracto acuoso de la hierba del cáncer (*Cuphea aequipetala*) los cuales hacen de esta planta un producto vegetal con grandes capacidades antioxidantes. Cabe hacer mención que este trabajo es el primero que aporta la identificación certera de estos componentes en la hierba del cáncer. El siguiente paso será que en un futuro próximo se realice la cuantificación de cada uno de los polifenoles construyendo las curvas de calibración correspondientes.

## AGRADECIMIENTOS

A la D.G.A.P.A, UNAM por el financiamiento otorgado con el Proyecto PAPIME PE204814 titulado: "Actualización y Fortalecimiento de la enseñanza experimental de las asignaturas Farmacognosia y Fitoquímica de la carrera de Licenciado en Farmacia y Licenciado en Bioquímica Diagnóstica".

## REFERENCIAS

- [1] S. Aguilar, N. Echeveste, M. López, A. Aguilar, E. Vega, & R. Reyes (2012). Etnobotánica, micrografía analítica de hojas y tallos y fitoquímica de *Cuphea aequipetala* Cav. (Lythraceae): una contribución a la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos (FHEUM). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 316-330.
- [2] M. Biavatti, C. Farias, L.M. Brasil, S. Hort, L. Schuster, S.N. Leite & S.R.T. Prado (2004). Preliminary studies on *Campomanes xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F.Macbr. aqueous extract: weight control and biochemical parameters. Journal of Ethnopharmacology 93, 385-389.
- [3] A. González, E. Valencia, T. Silverio, J. Bermejo (1993). Gupta. Chemical Components of *Cuphea* species. Carthagenol: A new triterpene from *C. carthagenensis*. Planta Med. 60, 592-593.



## Extracción e identificación de los polifenoles provenientes del orujo de uva roja y su aplicación en una bebida hidratante

Jessica Semiramis Reyes Balbuena<sup>1</sup>, Selene Pascual Bustamante<sup>2</sup>, María Gabriela Vargas Martínez<sup>1</sup>, María Andrea Trejo Márquez<sup>2</sup> <sup>1</sup>Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida 1° de Mayo, S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo México. Tel: 56232003.

<sup>2</sup>Centro de Asimilación Tecnológica, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú S/N, Col. San Juan Atlamica, Cuautitlán Izcalli. C.P. 54740. Edo México. Tel: 5817-3479 Ext. 1021.

Correo: [gvargasm@unam.mx](mailto:gvargasm@unam.mx), [semisfly@gmail.com](mailto:semisfly@gmail.com), [andreatrejo@correo.unam.mx](mailto:andreatrejo@correo.unam.mx), [spluna27@gmail.com](mailto:spluna27@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

El orujo de uva es el principal subproducto de la industria vitivinícola, con un alto contenido de compuestos fenólicos que pueden ser aprovechados en el desarrollo de diferentes productos alimenticios con propiedades funcionales. Los compuestos fenólicos son los principales responsables de las propiedades antioxidantes en los vegetales capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras células. En este trabajo se realiza una propuesta tecnológica que contribuye al aprovechamiento de los residuos de la industria vitivinícola a partir de los extractos etanólicos obtenidos del orujo de uva roja (de los tipos Cabernet Sauvignon-Malbec, Tempranillo, Cabernet Sauvignon y Cabernet Franc) obtenidos por diferentes métodos (maceración y sonicación), en los que se evaluaron la concentración de los fenoles totales, la capacidad antioxidante y se realizó la identificación de los polifenoles presentes en los extractos por electroforesis capilar. Lo anterior con la finalidad de evaluar sus características químicas, para su posterior aplicación en una bebida hidratante.



### ANTECEDENTES

Durante la fabricación del vino y una vez que concluye la etapa de fermentación, se presan los hollejos, semillas y pulpa para separarlos del mosto, y se obtiene un residuo conocido como "orujo". El orujo de uva es el principal subproducto de la industria vitivinícola, con un alto contenido de compuestos fenólicos que pueden ser aprovechados en el desarrollo de diferentes productos alimenticios con propiedades funcionales [1]. Estos compuestos tienen una estructura que consta de grupos aromáticos derivados del fenol, con grupos hidroxilo, responsables de las propiedades antioxidantes de estas moléculas al ser captadores de radicales libres, que podría estar relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares y de algunos tipos de cáncer [2].

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es realizar una propuesta tecnológica que contribuya al aprovechamiento de los residuos de la industria vitivinícola a partir de los extractos del orujo de uva roja por diferentes métodos (maceración y sonicación), evaluando la concentración

de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y perfil de polifenoles, para su posterior aplicación en una bebida hidratante.

### METODOLOGÍA

Equipo: Se utilizó un equipo de Electroforesis Capilar P/ACE MDQ (Fullerton, CA, USA). Capilares de sílice fundida de 50  $\mu\text{m}$  de diámetro interno, 53.4 cm de longitud total y 43.4 cm de longitud efectiva, detección a 200 nm, voltaje 26 kV y 220C. Las corrientes obtenidas fueron de alrededor de 90 A.

Buffer óptimo de separación: Se utilizó un buffer de boratos 50 mM, pH a 9.45.

Preparación del extracto de orujo: Se pesaron 0.375 g del orujo deshidratado y se adicionaron 1.5 ml de etanol 70 % y extracción a 60°C por 1 h. El extracto obtenido se centrifugó por 15 min a 10,000 rpm, y finalmente, se pasaron por filtros de jeringa de tamaño de poro de 0.45  $\mu\text{m}$ .

Extracto hidrolizado de orujo deshidratado: A 400  $\mu\text{L}$  de extracto original, se le adicionaron 100  $\mu\text{L}$  de HCl 7 M y 300  $\mu\text{L}$  de etanol 100%, que se someten a 90°C por 1 h.

Determinación de Fenoles totales: Se usó el reactivo de

Folin-Ciocalteu (Singleton, 1999), monitoreado espectrofotométricamente a 765 nm.

Determinación de la Capacidad antioxidante: usando el método y Trolox como estándar para obtener la curva patrón a 734 nm.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Aunque ninguno de los orujos tuvo presencia de coliformes, la única variedad que cumplió el no exceder el valor límite de mesófilos aeróbicos fue la Cabernet Sauvignon (CS). Por lo anterior, todos los demás estudios fueron aplicados al orujo deshidratado de este tipo de uva.

Tratamiento	Temp.(°C)	Tiempo (h)
<b>Maceración caliente</b>	60	1
<b>Maceración en frío</b>	25	20
<b>Sonicación</b>	25	1

El orujo deshidratado de CS se sometió a los tratamientos de extracción indicados en la Tabla 1 utilizando como disolvente EtOH:agua (70:30) y en la Figura 1A y 1B se muestran las curvas de calibración obtenidas tanto de fenoles totales.

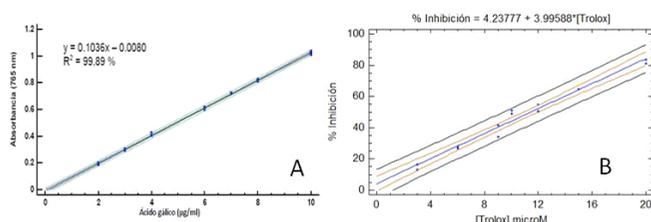


Figura 1. Curvas de calibración de A) fenoles totales y B) capacidad antioxidante

Cada uno de los extractos de orujo de CS se interpolaron en las curvas de las Fig. 1A y 1B, con la finalidad de evaluar que método de extracción de los polifenoles es más efectiva.

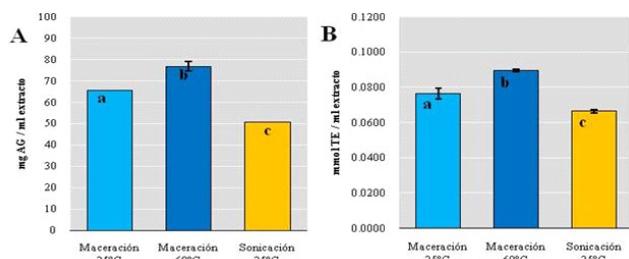


Figura 2. Contenido de fenoles totales (A) y actividad antioxidante (B) de extractos de orujo de CS utilizando las condiciones de la Tabla 1.

Las Figuras 2A y 2B muestran diferencias significativas (mostrados por las letras diferentes en cada barra) entre los distintos métodos de extracción, siendo la maceración a 60 °C/1 h la más efectiva al tener los valores más altos tanto de fenoles totales como de actividad antioxidante. Muestras de este extracto fueron inyectadas al equipo de EC para la identificación cada uno de los polifenoles mostrados en la Figura 3.

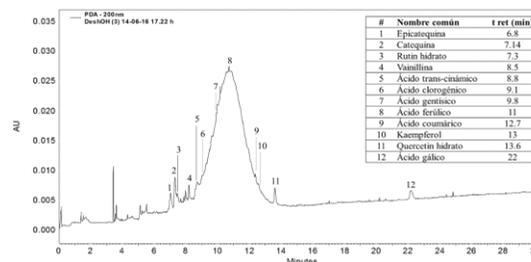


Figura 3. Electroferograma de orujo de uva roja variedad Cabernet Sauvignon deshidratado. Cada pico representa un compuesto identificado.

Hay una gran variedad de polifenoles en el extracto de orujo debido a que está compuesto de hollejos, semillas y pulpa que contribuyen a la variedad de sus componentes.

Formulación de la bebida hidratante: La bebida fue formulada utilizando los criterios de la NOM-218-SSA1-2011, donde se indica que, para bebidas deportivas, se permite entre 230 y 575 mg de sodio por cada litro de bebida, y un máximo de 80 g de carbohidratos (azúcares) por litro [3].

## CONCLUSIONES

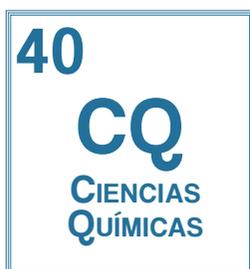
Los orujos de la variedad CS obtuvieron los valores más altos en contenido de fenoles y actividad antioxidante, además de que son los que cumplen con los límites de las pruebas microbiológicas de la NOM-218. Se logró exitosamente la identificación de epicatequina, catequina, rutina, vainillina, ácido trans-cinámico, ácido coumárico, quercetina y ácido gálico, que contribuyen a las propiedades químicas del orujo deshidratado, y que se encuentran en todas las partes de la uva. El extracto seco de orujo de CS es apto para su aplicación en una bebida hidratante, con las ventajas de enriquecer este alimento funcional.

## AGRADECIMIENTOS

A la D.G.A.P.A, UNAM por el financiamiento otorgado con el Proyecto PAPIIT IT201216 titulado: "Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas".

## REFERENCIAS

- [1] Mazza, G., & Girard, B. (1998). Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado. Zaragoza, España: ACRIBIA.
- [2] G. A. González Aguilar, E. Álvarez Parrilla, L. A. De la Rosa, I. G. Olivas, & J. F. Ayala Zavala (Edits.), Aspectos nutricionales y sensoriales de vegetales frescos y cortados (2009) 195-210). México, Trillas.
- [3] NOM-218-SSA1. SS. (2011). Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba.

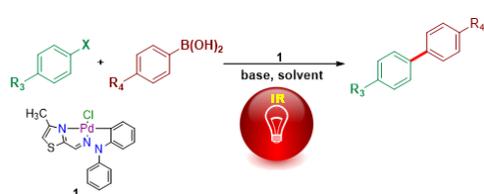


## Evaluación catalítica de un paladaciclo en el acoplamiento tipo Suzuki-Miyaura empleando irradiación infrarroja

Fernando Ortega Jiménez, José Guillermo Penieres Carrillo, José Guadalupe García Estrada, Hulme Ríos Guerra  
Departamento Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.  
Avenida primero de mayo s/n colonia Santa María las Torres. C.P. 54740

Correo: fdo.ortega@unam.mx

### INTRODUCCIÓN



Este trabajo ilustra a través de una evaluación catalítica de un paladaciclo el uso de la irradiación infrarroja (IR) como una fuente alterna de energía para promover el acoplamiento Suzuki-Miyaura. Los resultados muestran que la IR puede ser considerada como una alternativa económica, accesible y limpia para promover dicho acoplamiento, además muestra ventajas tales como tiempos cortos y rendimientos altos en comparación al calentamiento convencional

### ANTECEDENTES

Los paladacilos [1] son compuestos de suma importancia, particularmente en síntesis orgánica [2] y en catálisis química [3]. Su uso como catalizadores se ha visto reflejado en las reacciones de acoplamiento cruzado [4]. En este sentido, el acoplamiento Suzuki-Miyaura es un protocolo importante en la síntesis de biarilos, su impacto en el ámbito académico e industrial ha sido muy estudiado [5]. Adicionalmente, es conocido que fuentes alternas al calentamiento convencional tales como las microondas y el ultrasonido han sido empleadas en reacción de acoplamiento con excelentes resultados [6]. En este contexto, se sabe que la irradiación infrarroja (IR) es otra fuente de energía alterna, que ha sido empleado para promover diversos tipos de reacciones orgánicas, logrando con esta fuente de energía excelentes resultados [7]. Recientemente, nuestro equipo de trabajo informó sobre el uso de la IR en el acoplamiento tipo Mizoroki-Heck [8] dando excelentes resultados, demostrando que es posible promover dicho acoplamiento usando la IR. Continuando con nuestro interés en el empleo de la IR en reacciones de acoplamiento, aquí se presenta los resultados alcanzados sobre el uso de la IR como una fuente alterna de energía para promover el acoplamiento tipo Suzuki-Miyaura, a través de la evaluación catalítica de un paladaciclo.

### OBJETIVO

Establecer por medio de la evaluación catalítica de un paladaciclo el uso de la IR como una fuente alterna de energía para promover el acoplamiento tipo Suzuki-Miyaura.

### METODOLOGÍA

Materiales y equipo: Todos los reactivos empleados fueron marca Aldrich y se emplearon sin ningún tratamiento previo. El monitoreo de las reacciones se realizó mediante ccf (cromatografía en capa fina) utilizando cromatofolios de 0.25 mm marca Macherey-Nagel. La purificación de algunos los productos se realizó por medio de cromatografía en columna de gel de sílice (malla 70-230) y diferentes gradientes hexano/Acetato de etilo. El equipo de irradiación infrarroja (IR) consta de un cilindro de aluminio abierto de un lado el cual tiene fijo un foco de infrarrojo Tera-therm de 250 W y 125 V con una entrada para corriente, la temperatura de reacción es controlado empleando un reóstato, (figura 1).



Figura 1. Equipo de irradiación infrarroja

### RESULTADOS PRINCIPALES

La síntesis del paladaciclo (1) se llevó a cabo de acuerdo con la metodología informada por el equipo de trabajo [8] su estructura se muestra en figura 2.

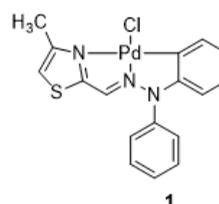


Figura 2. Estructura del paladaciclo

Una vez preparado el paladaciclo se estudió su potencial catalítico en la reacción de Suzuki-Miyaura usando IR como fuente de calentamiento. Se evaluó con la reacción entre el bromobenceno (2a) y ácido fenilborónico (3). Los resultados se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Optimización del acoplamiento Suzuki-Miyaura**

Exp.	% [Pd]	Base	Disolvente	Tiempo (min) <sup>a</sup>	Rendimiento (%) <sup>b</sup>
1	0.5	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	10	47
2	0.1	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	15	99
3	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	10	96
4	0.01	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	10	76
5	0.05	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	35	96
6	0.05	KOH	MeOH/H <sub>2</sub> O	10	50
7 <sup>c</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	20	96
8 <sup>c</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH	180	50
9 <sup>c</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	5	50
10 <sup>c</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	EtOH	30	60
11 <sup>c</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	EtOH/H <sub>2</sub> O	15	50
12 <sup>c,d</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	60	75
13 <sup>c,e</sup>	0.05	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	MeOH/H <sub>2</sub> O	100 (h)	80

C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Br (0.5mmol), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>B(OH)<sub>2</sub> (0.6 mmol), 1 mmol de base. Disolvente 3 mL, 0.5 mmol de TBAB a 75 °C. <sup>a</sup>Determinado por ccf. <sup>b</sup>Rendimiento aislado. <sup>c</sup>En ausencia de TBAB. <sup>d</sup>Con calentamiento convencional. <sup>e</sup>A temperatura ambiente

Los datos muestran que el mejor resultado se obtiene cuando se utiliza una mezcla de MeOH/H<sub>2</sub>O como disolvente, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> como base a una concentración de [Pd]= 0.05 % mol y en ausencia de TBAB (exp. 7). Para comparar las fuentes de energía, se realizaron dos experimentos bajo las mismas condiciones de reacción, usando calentamiento convencional y temperatura ambiente (exp. 12, 13), los resultados muestran un incremento considerable en el tiempo y un decremento en los rendimientos de la reacción.

Con la finalidad de explorar la influencia del uso de la IR en las reacciones de acoplamiento C-C tipo Suzuki-Miyaura y evaluar la eficiencia del paladaciclo como catalizador, se realizó la reacción empleando una variedad de bromuros de arilo (2) en presencia de ácido fenilborónico (3), los resultados se resumen en la tabla 2.

**Tabla 2. Acoplamiento Suzuki-Miyaura usando diferentes bromuros de arilo.**

Exp.	R	Compuesto	Tiempo (min) <sup>a</sup>	Rendimiento (%) <sup>b</sup>
1	H	4a	20	96
2	4-CH <sub>3</sub>	4b	20	91
3	3-CH <sub>3</sub>	4c	120	99
4	2-CH <sub>3</sub>	4d	10	90
5	1,5-CH <sub>3</sub>	4e	120	54
6	4-OCH <sub>3</sub>	4f	20	99
7 <sup>c</sup>	4-NO <sub>2</sub>	4g	20	90
8 <sup>c</sup>	4-Ac	4h	30	99

Ar-Br (0.5mmol), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>B(OH)<sub>2</sub> (0.6 mmol) 1 mmol de K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, MeOH/H<sub>2</sub>O (1:1 v/v 3 mL). T = 75 °C. <sup>a</sup>Determinado por ccf. <sup>b</sup>Rendimiento aislado. IR como fuente de calentamiento.

## CONCLUSIONES

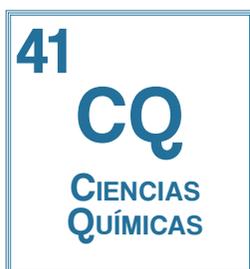
Los resultados muestran que el paladaciclo cataliza de manera eficiente el acoplamiento Suzuki-Miyaura empleando IR como fuente de calentamiento, demostrando con ello que la IR puede ser considerada como una alternativa económica, accesible y limpia para promover dicho acoplamiento, y que muestra ventajas tales como tiempos cortos y rendimientos excelentes en comparación al calentamiento convencional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los proyectos DGAPA-UNAM PAPIIT IN215116 y FESC-PIAPI1618

## REFERENCIAS

- [1] Dupont, J., Pfeffer, M. (2008) Palladacycles. Synthesis, Characterization and Applications. Wiley-VCH. Weinheim.
- [2] M. Pfeffer, Recl. Trav. Chim. Pays-Bas. 109(1990) 567.
- [3] I.P. Beletskaya, A.V. Cheprakov. J. Organomet. Chem. 689 (2004) 4055.
- [4] Campagne, J.M. Prim, D. (2001). Les Complexes de Palladium en Synthèses Organique. CNRS, Paris.
- [5] R. Martin, S.L. Buchwald. Acc.Chem.Res.41(2008) 1461.
- [6] Kappe, C. O. Dallinger. (2009) Practical Microwave Synthesis for Organic Chemists Strategies, Instruments and Protocols, Wiley-VCH, Weinheim. b) Nowak, F. M. (2011) Sonochemistry: Theory, Reactions, Syntheses, and Applications; Nova Science Publishers, New York.
- [7] R. Escobedo, R. Miranda, J. Martínez, Int. J. Mol. Sci. 17 (2016) 453.
- [8] Ortega-Jiménez, F., Domínguez-Villa, F. X., Rosas-Sánchez, A., Penieres-Carrillo, J. G., López-Cortés, J. G., Ortega-Alfaro, M. C. Appl. Organomet. Chem. 29 (2015) 556.



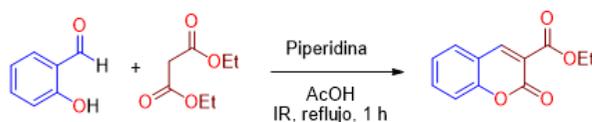
## Irradiación infrarroja: método alternativo de calentamiento para la síntesis de 3-carbetoxicumarina

Dylan Manuel Sánchez López, Leonardo López Sánchez, Aylín Rosas Jiménez,  
José Guadalupe García Estrada, Fernando Ortega Jiménez  
Departamento Ciencias Químicas. Sección de Química Organica. FES Cuautitlán-UNAM.  
Avenida primero de mayo s/n colonia Santa María las Torres. C.P. 54740.

Correo: [DylanSanchezLop@hotmail.com](mailto:DylanSanchezLop@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo describe una propuesta para el mejoramiento de la enseñanza experimental en un laboratorio de química heterocíclica por medio de la síntesis de un compuesto heterocíclico conocido como 3-metoxicumarina, dicha síntesis se lleva a cabo de por medio de un experimento sencillo, empleando irradiación infrarroja (IR) como fuente de activación. Los resultados muestran que el uso de la IR puede ser considerada como una metodología alternativa que permite reducir tiempos de reacción, lo cual contribuye al ahorro de energía y a la optimización de los tiempos en un laboratorio de enseñanza.



### ANTECEDENTES

La química orgánica heterocíclica [1] es una rama importante de la química orgánica. Los sistemas heterocíclicos se encuentran en la naturaleza, o bien tienen un amplio uso como herbicidas, fungicidas y como productos farmacéuticos [2]. Las coumarinas [3] son compuestos heterocíclicos que están presentes en productos de uso cotidiano como perfumes, cosméticos, cigarrillos, bebidas alcohólicas, entre otros.

Dada la importancia que tienen los compuestos heterocíclicos, su estudio en los laboratorios de enseñanza es fundamental, ya que con ello se ilustran principios teóricos tanto de su síntesis como de su reactividad; de igual manera es pieza clave para que el alumno de licenciatura desarrolle destrezas dentro del mismo.

Un gran problema al que se enfrentan los alumnos de química en las sesiones experimentales, son los periodos cortos que tienen para realizar una práctica experimental (3 o 4 horas), esto debido a que algunos procedimientos están diseñados para llevarse a cabo bajo técnicas y/o el uso de equipos que prolongan los tiempos de reacción o simplemente porque la reacción es de larga duración por naturaleza propia.

Por otro lado, es conocido que la irradiación infrarroja (IR) es una energía alterna, que ha sido empleado como fuente de calentamiento para promover diversos tipos de reacciones orgánicas, logrando con esta fuente de energía excelentes resultados [4].

Con la finalidad de reducir los tiempos y por consiguiente agilizar las operaciones a realizar durante la

síntesis de un compuesto, se propone la implementación de la IR como método alternativo de calentamiento para realizar la síntesis 3-carbetoxicumarina, como una propuesta experimental que pueda ser viable para la mejora de la enseñanza experimental en los laboratorios de química heterocíclica.

### OBJETIVO

Llevar a cabo la síntesis de 3-metoxicumarina mediante una reacción de transesterificación seguida de una reacción de condensación aldólica para obtener un compuesto heterocíclico de seis miembros fusionado al benceno, teniendo como heteroátomo al oxígeno, empleando la IR como método alternativo de calentamiento, con la finalidad de demostrar un principio teórico a través de un experimento sencillo.

### METODOLOGÍA

Reactivos. Los reactivos malonato de dietilo, salicilaldehído y piperidina se obtuvieron del proveedor Sigma-Aldrich, el ácido acético glacial, agua destilada, y etanol grado analítico, se adquieren de la empresa reactivos y productos químicos finos (REPROFIQUIM) y fueron empleados sin ningún tratamiento previo.

Material. Matraz de bola de 50 mL, refrigerante, 3 pipetas de vidrio de 10 mL, matraz Kitasato de 100 mL, embudo büchner, 1 varilla de vidrio, 2 vasos de precipitados de 100 mL, vidrio de reloj, pipetas pasteur, perlas de ebullición, ter

mómetro.

Equipo. Parrilla de calentamiento, balanza analítica y equipo IR el cual consta de un cilindro de aluminio abierto de un lado el cual tiene fijo un foco de infrarrojo Tera-therm de 250 W y 125 V con una entrada para corriente, la temperatura de reacción es controlado empleando un reóstato, como se ilustra en la figura 1 [5].

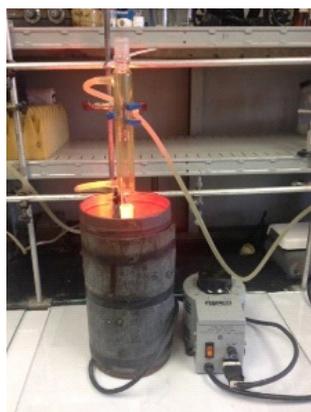


Figura 1. Equipo de irradiación infrarroja.

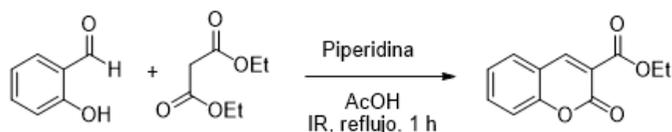
Procedimiento. En un matraz de bola de 50 mL adaptado a un refrigerante, se colocan 0.5 mL de salicilaldehído, 0.8 mL de malonato de dietilo, 5 gotas de piperidina y 2 gotas de ácido acético glacial. La mezcla de reacción es calentada por una hora empleando IR como fuente de calentamiento (figura 1).

Pasado este tiempo, la mezcla de reacción (caliente) se trasfiere a un vaso de precipitado que contienen 0.5 mL de etanol y posteriormente se adiciona 3.5 mL de agua, si la solución es turbia calentar de 50 a 60 °C, después dejar enfriar entre 5 a 10°C hasta que se observe la formación de cristales. Finalmente filtrar a vacío y lavar los cristales con 10 mL de una mezcla de etanol:agua (35:65 v/v), secar el producto a pesar, determinar punto de fusión y rendimiento.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Como ya se mencionó, la síntesis de compuestos heterociclos en los laboratorios de química orgánica es de suma importancia, aún más si dicha síntesis se realiza con experimentos sencillos y didácticos que permitan ilustrar o comprobar un principio teórico

La síntesis 3-carbetoxicumarina se llevó a cabo de acuerdo al esquema 1 de reacción, empleando como fuente alterna de calentamiento IR.



Esquema 1. Síntesis de la 3-carbetoxicumarina

La 3-carbetoxicumarina se obtuvo como un sólido cristalino de color amarillo, en un rendimiento del 90 % y fue caracterizado por medio de su punto de fusión, p.f. 90-92 °C, (90-95 °C) [6].

Los resultados de este experimento muestran que el empleo de la IR como medio alternativo de calentamiento puede ser considerado como un método eficiente, ya que el tiempo de reacción pudo ser reducido de dos horas (por calentamiento convencional) a una hora al emplear IR.

Este dato es importante ya que con esto se puede resolver la problemática que se tiene en relación a los tiempos de las sesiones experimentales, ya que en ocasiones dichos tiempos suelen ser de tres a cuatro horas, en los cuales hay que considerar desde la entrega del material por parte de los laboratorista, la explicación por parte del profesor el montaje y desarrollo del experimento y finalmente el lavado y entrega del material por parte de los alumnos, dado esto es recordable contar con experimentos que puedan realizarse en tiempos cortos y que además ilustren de una manera didáctica una mejora en la enseñanza experimental.

## CONCLUSIONES

Se llevó a cabo la síntesis de la 3-carbetoxicumarina mediante una transesterificación catalizada por ácido, seguida de una condensación aldólica, empleando IR como fuente alterna de calentamiento.

El empleo de la IR muestra un método de calentamiento alternativo que permite reducir tiempos de reacción, lo cual contribuye al ahorro de energía y a la optimización de los tiempos de laboratorio.

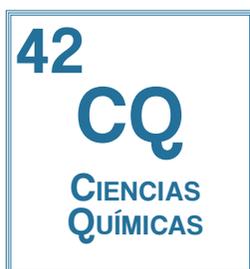
La síntesis de 3-carbetoxicumarina puede ser considerada como una práctica de laboratorio para la enseñanza experimental en la química heterocíclica.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los proyectos DGAPA-UNAM PAPIIME-PE2036117y FESC-PIAPI1618

## REFERENCIAS

- [1] Katritzky A., Ramsden C.A., Viktor Zhbankin J.J. (2010) Handbook of Heterocyclic Chemistry. 3rd Ed. Elsevier. UK.
- [2] P. Arora., V. Arora., H.S. Lamba., D. Wadhwa. IJSR. 3 (2012) 2947-2954.
- [3] O'Kennedy R., Thornes, R. D. (1997). Coumarins: Biology, Applications and Mode of Action. Wiley & Sons. Germany.
- [4] R. Escobedo., R. Miranda., J. Martínez . Int. J. Mol. Sci. 17 (2016) 453.
- [5] Ortega-Jiménez, F., Domínguez-Villa, F. X., Rosas-Sánchez, A., Penieres-Carrillo, J. G., López-Cortés, J. G., Ortega-Alfaro, M. C. Appl. Organomet. Chem. 29 (2015) 556.
- [6] R. Al-war., G. Wahl. J. Chem. Educ. 67 (1990) 265.



## Síntesis de novedosos compuestos híbridos benzimidazol-diindolilmetano dentro del contexto de la Química Verde

José Guillermo Penieres Carrillo<sup>1</sup>, Ricardo Alfredo Luna Mora<sup>1</sup>, José Guadalupe García Estrada, José Guadalupe López Cortés<sup>2</sup>, Fernando Ortega Jiménez<sup>1</sup>, José Ernesto Valdez Rojas<sup>1</sup>, Fernanda Fernández Aulis<sup>3</sup>, Cecilio Álvarez Toledano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Químicas, FES Cuautitlán-UNAM,

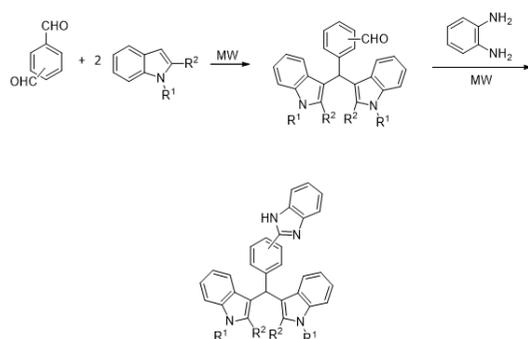
Campo 1 Av. 1 de mayo s/n, Cuautitlán Izcalli, Edo. Mex., C.P. 54740.

<sup>2</sup>Instituto de Química-UNAM, Ciudad Universitaria Circuito Exterior, Cd. México, C.P. 04510.

<sup>3</sup>Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, Edificio E, Ciudad Universitaria Circuito Exterior, Cd. México, C.P. 04510.

Correo: penieres@unam.mx

### INTRODUCCIÓN



Diversas investigaciones demuestran que el diindolilmetano (DIM) es un compuesto que presenta actividad preventiva contra diversos tipos de cáncer y se forma en el estómago por la ingesta de vegetales del género de las Crucíferas (brócoli, col de Bruselas, col, coliflor, entre otras) y hemos evaluado que diferentes derivados del DIM también son activos contra una línea celular de leucemia. En la búsqueda de otros derivados del DIM y su evaluación anticancerígena, en el presente trabajo se presenta la síntesis de una serie de novedosos compuestos híbridos benzimidazol-diindolilmetano en tiempos cortos de reacción, empleando energía de microondas para la activación de las reacciones y en ausencia de disolventes en las mezclas de reacción, con rendimientos de buenos a excelentes.

### ANTECEDENTES

El 3,3'-Diindolilmetano es un prometedor agente preventivo antitumoral de varios tipos de cáncer y es formado en el estómago por la ingesta de vegetales del género Cruciferae (brócoli, col de Bruselas, col, coliflor, entre otras).

La principal metodología sintética para el DIM y derivados es a través de una reacción de condensación entre un indol y un aldehído, empleando como catalizadores a ácidos de Brønsted-Lowry [1] o de Lewis [2]. Algunas de las síntesis publicadas requieren de tiempos largos de reacción o generan rendimientos de reacción bajos.

Otro sistema heterocíclico destacado es el benzimidazol y derivados, que son bien conocidos como entidades estructurales importantes en la química medicinal, ya que presentan un espectro amplio de actividades farmacológicas como antiparasitarios [3], antitumorales [4] y antihistamínicos [5], entre otras.

La metodología más empleada para la síntesis del benzimidazol y derivados a mediante la condensación de

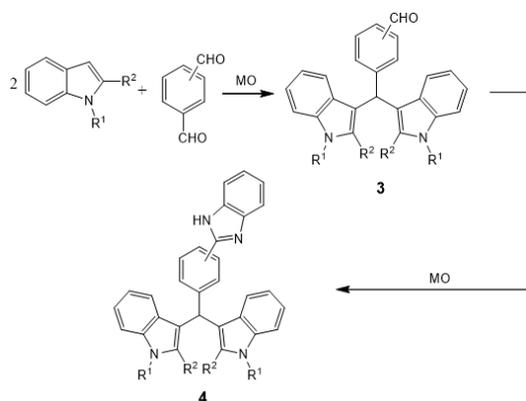
o-fenilendiaminas con ácidos carboxílicos o derivados [6] o con aldehídos en presencia de algún agente oxidante [7]

Por otro lado, la energía electromagnética de microondas ha sido muy empleada desde los años 80's del siglo pasado para la activación de reacciones orgánicas con la especial característica de abatir los tiempos de reacción de horas a minutos, además de incrementar la selectividad de muchas de las reacciones y generar mejores rendimientos de reacción.

Por todo lo anterior y continuando con nuestra línea de investigación relacionada en la síntesis de derivados del diindolilmetano dentro del contexto de la Química Verde, presentamos en este trabajo la síntesis de novedosos sistemas híbridos benzimidazol-DIM, Esquema 1.

### OBJETIVO

Realizar la síntesis de una serie de novedosos compuestos híbridos benzimidazol-diindolilmetano, empleando energía de microondas para la activación de las reacciones y en ausencia de disolventes en las mezclas de reacción, caracterizando estructuralmente a los productos mediante técnicas espectroscópicas convencionales.



Esquema 1. Síntesis de 3a-3l y 4a-4l.

## METODOLOGÍA

Todos los reactivos empleados son de Sigma-Aldrich y se emplearon sin tratamiento previo. El horno de microondas empleado es un Microwave Synthetic Reactor, Monowave 300 de Anton Paar, empleando recipientes de reacción sellados.

**Síntesis de 3a-3l.** En un recipiente para microondas se mezclan el correspondiente indol (5.7141 mmol) y el aldehído a usar (2.8570 mmol). La mezcla se irradia con microondas durante 8 minutos (tiempo optimizado). La mezcla se enfría a temperatura ambiente y se extrae con acetona, se evapora el disolvente a vacío y el sólido resultante se recrystaliza con una mezcla etanol-agua.

**Síntesis de 4a-4l.** En un recipiente para microondas se añaden 1.4251 mmol del compuesto 3 y 1.4251 mmol de o-fenilendiamina y se irradia con microondas durante 8 minutos. La mezcla se extrae con acetona, se evapora el disolvente a vacío y el residuo es purificado por cromatografía preparativa.

## CONCLUSIONES

Se logró exitosamente la síntesis de las moléculas objetivo con rendimiento de reacción de buenos a excelentes. Estos compuestos están siendo evaluados en su actividad anticancerígena.

## AGRADECIMIENTOS

G. Penieres y R. Luna agradecen a la DGAPA-PAPIIT por el apoyo al proyecto IN218318 y a la FESC por el apoyo a la cátedra PIAPIC14.

## RESULTADOS PRINCIPALES

### Resultados principales

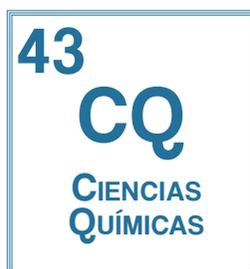
Tabla 1. Resultados de la síntesis de 3 y 4

	Indol	Aldehído	% 3	% 4
a	T <sup>a</sup>	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =H	96	88
b	T	R <sup>1</sup> =Me, R <sup>2</sup> =H	93	92
c	T	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =Me	94	94
d	T	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =o	96	89
e	I <sup>b</sup>	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =H	94	87
f	I	R <sup>1</sup> =Me, R <sup>2</sup> =H	94	90
g	I	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =Me	94	89
h	I	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =o	93	88
i	F <sup>c</sup>	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =H	94	89
j	F	R <sup>1</sup> =Me, R <sup>2</sup> =H	93	87
k	F	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =Me	91	86
l	F	R <sup>1</sup> =H, R <sup>2</sup> =o	94	89

a = Tereftaldehído. b = Isoftaldehído. c = Ftaldehído

## REFERENCIAS

- [1] Remers, W. A.; Houlihan, W. J. (Ed.) (1972). Heterocyclic Compounds, Interscience Publishers, N.Y.
- [2] A. Chatterjee, S. Manna, J. Benerji, C. Pascard, T. Prangé, J.N. Shoolery, J. Chem. Soc., Perkin Trans. I (1980) 553
- [3] G. Navarrete, L. Yépez, A. Hernández, A. Tapia, F. Hernández, R. Cedillo, J. González, A. Martínez, M. Martínez, R. Castillo, Bioorg. Med. Chem. 11(2003), 4615.
- [4] M. Andrzejewska, L. Yépez, R. Cedillo, A. Tapia, L. Vilpo, J. Vilpo, Z. Kazimierzczuk, Z. Eur. J. Med. Chem. 37(2002), 973.
- [5] N. Terzioglu, R. M. van Rijn, R. A. Bakker, I. J. P. De Esch, R. Leurs, Bioorg. Med. Chem. Lett. 14(2004), 14, 5251.
- [6] J. B. Wright, Chem. Rev. 48(1951), 397.
- [7] G.-F. Chen, H.-D. Shen, H.-M. Jia, L.-Y. Zhang, H.-Y. Kang, Q.-Q. Qi, B.-H. Chen, J.-L. Cao, J.-T. Li, Aust. J. Chem. 66(2013), 262.



## Hacia la microescala en la demanda química de oxígeno en reflujo cerrado

Alfredo Hernández Hernández<sup>1</sup>, Javier Medina Camps<sup>1</sup>, Julio César Morales Mejía<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM

Correo: [alfredohd.k@gmail.com](mailto:alfredohd.k@gmail.com), [jmedina.iq@gmail.com](mailto:jmedina.iq@gmail.com)



Biales con diferentes concentraciones de DQOs, después de la digestión.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es el de reducir los volúmenes utilizados y por lo tanto el volumen de residuos en la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), tanto en el método de tubo sellado a pequeña escala (NMX-AA-030/2-SCFI-2011), como en el método APHA de reflujo cerrado. Se aborda en un contexto en donde las pruebas de calidad del agua siguen generando residuos tóxicos y corrosivos. Se realizaron exactamente los mismos procedimientos descritos en ambos métodos pero con 25-50 % del volumen total de todos los reactivos y muestra con respecto a los métodos de origen, encontrándose linealidad en los resultados y concluyendo que en ambos casos se pueden modificar los volúmenes sin afectar el resultado del método.

### ANTECEDENTES

La DQO o Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua residual. Es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente, siendo un parámetro a controlar dentro de las descargas y que nos da una idea muy real del grado de contaminación orgánica del vertido. Existen distintas formas de disminuir la DQO del agua contaminada, como los tratamientos biológicos y los físico-químicos [1].

La DQO se utiliza con frecuencia como una medida de la cantidad de contaminantes (materia orgánica) en cursos naturales y en otros efluentes. Para muestras de una fuente específica, la DQO puede relacionarse empíricamente con la DBO (demanda bioquímica de oxígeno), carbono orgánico total, COT, y demanda total de oxígeno [2].

La concentración de masa de oxígeno es equivalente a la cantidad de dicromato consumida por la materia disuelta y suspendida, cuando una muestra de agua es tratada con este oxidante bajo condiciones definidas [3].

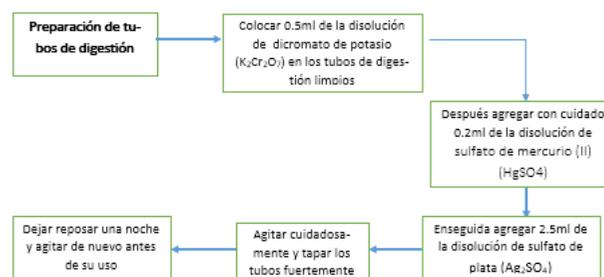
### OBJETIVO

Reducir los volúmenes de reactivos y residuos en la norma mexicana de Determinación de la demanda Química de Oxígeno, método de tubo sellado a pequeña

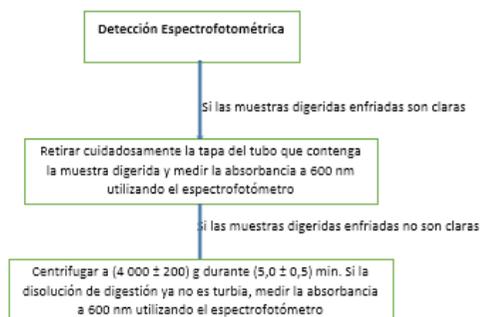
escala (NMX-AA-030/2-SCFI-2011) y el método APHA para Demanda Química de Oxígeno, sin afectar el resultado de ambos métodos.

### METODOLOGÍA

Reactivos premezclados preparados (con un intervalo de DQO-TS de hasta 1 000 mg/L).



Detección Espectrofotométrica



**Tabla 1. Comparación entre APHA y el trabajo experimental**

	APHA	Experimental
<b>Concentración</b>		
HgSO <sub>4</sub>	33.3 g/L	0.75 g/L
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	10.216 g/L	10.22 g/L
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	167 mL/L	167 mL/L
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15 g/L	10 g/L
<b>Volumen</b>		
Solución de digestión (HgSO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1.5 mL	0.5 mL
Solución catalítica (Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	3.5 mL	1 mL
Muestra	2.5 mL	1 mL
<b>Total</b>	<b>7.5 mL</b>	<b>2.5 mL</b>

## RESULTADOS PRINCIPALES

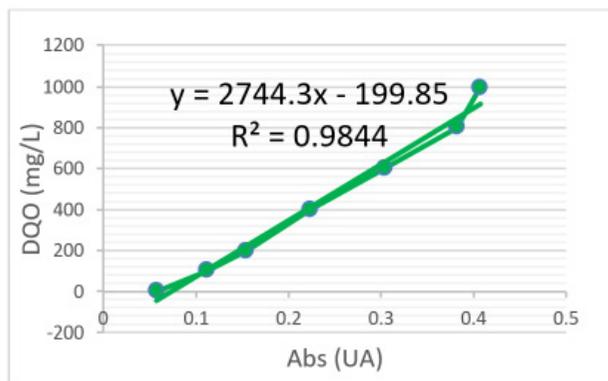


Figura 1. Gráfico DQO vs Absorbancia, por el método APHA, con un valor de 0.984 de  $r^2$

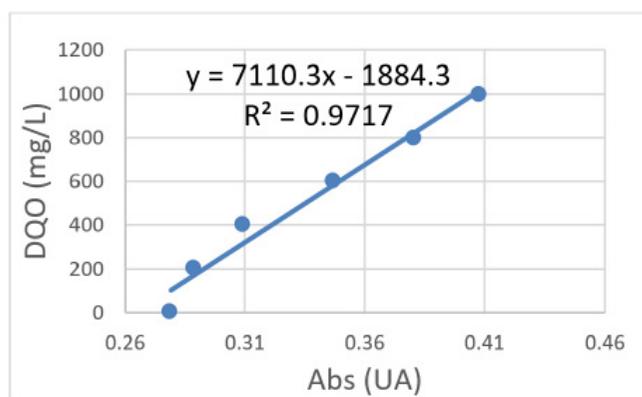


Figura 2. Gráfico DQO vs Absorbancia, por el método NMX-AA-030/2-SCFI-2011, con un valor de 0.9717 de  $r^2$

## CONCLUSIONES

- Reducir los volúmenes no afecta el correcto funcionamiento del método.
- La reducción es aplicable para ambos métodos.
- Al implementar el método obtenemos resultados satisfactorios con ellos se reducen grandes volúmenes de residuos, y por ende se economiza la gestión de los mismos.

## AGRADECIMIENTOS

A la UNAM-DGAPA por el patrocinio mediante el proyecto PAPIME PE214517. Microescala en Fotocatálisis Heterogénea Aplicada al Tratamiento de Aguas.

## REFERENCIAS

[1] Hidritec. Tratamiento de aguas residuales y disminución de DQO. <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-de-aguas-residuales-y-disminucion-de-dqo>. Recuperado de internet, 23 de Abril 2017.

[2] "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales". APHA, AWWA, WPCF. 17 edición. Ed.. Díaz de Santos S.A. 1992.

[3] NMX-AA-030/2-SCFI-2012, Diario Oficial de la Federación 2012 (Análisis de agua - determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba - parte 2 - Determinación del índice de la demanda química de oxígeno - Método de tubo sellado a pequeña escala). Recuperado de internet 23 Abril 2017.



## Caracterización fisicoquímica de frutos de *Parmentiera edulis* D. C. (cuajilotes)

Macario Vicente-Flores , Norma Güemes-Vera, Aurora Quintero-Lira, Javier Piloni-Martini  
 Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias,  
 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México

Correo: \*njgv2002@yahoo.com.mx



### INTRODUCCIÓN:

El árbol de *Parmentaria edulis* D.C. es originario de las zonas de Centroamérica principalmente de los climas tropicales y subtropicales hasta los templados que van de los 2 m hasta los 2,240 m de altura sobre el nivel del mar. Durante su desarrollo producen frutos conocidos como cuajilotes, son bayas que van desde un color verde hasta un amarillo-rojizo en su madurez, su consumo es bajo pero presenta cualidades muy interesantes teniendo actividad hipoglucemiante, antigonorréica y alivio de otros males, al igual de tener un gran contenido de fibra cruda y sabor parecido al de la caña de azúcar. El presente trabajo en base a la evaluación de la composición química muestra el valor de parámetros como proteína, fibra cruda y carbohidratos, características deseables para un alimento de consumo humano o útil como alimento de forraje para animales rumiantes.

### ANTECEDENTES

El árbol denominado *Parmentiera edulis* D.C. pertenece a la familia Bignoniaceae, es propio de Centroamérica. Durante su desarrollo producen frutos comúnmente conocidos como cuajilotes. Se encuentra en climas cálidos, semicálidos y templados desde los 2 m hasta los 2,240 m de altura sobre el nivel del mar [1, 2]. Es un árbol que crece de México a Guatemala, que raras veces alcanza los 9 metros de altura, sus hojas trifoliadas con peciolo alado son arracimadas en los nodos de las ramas espinosas de éste, se usa la corteza, las flores y el fruto.

Es una especie ampliamente distribuida en las regiones de clima caliente de México, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Nayarit, Colima, Michoacán, Morelos, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche, llegando su área natural hasta El Salvador y Honduras.

El fruto es amarillo con una longitud que va desde los 5 a 15 cm y de 3 a 5 cm de diámetro. El árbol produce frutos dos veces al año, en primavera y verano, teniendo rendimientos altos de producción (aproximadamente 300 kg por árbol) y facilidad de cultivo. El fruto es usado como comestible crudo o cocinado con actividades hipoglucemiante, antigonorréica y otros malestares [3, 4, 5, 6].

Los pobladores de la región Mixteca consumen el fruto de *Parmentiera edulis* como alimento en forma cruda, hervida y algunos consumen el fruto completo y otros solamente desechan la parte fibrosa interna o es utilizado como forraje para animales rumiantes [2,4, 6].

### OBJETIVO

Evaluar las características fisicoquímicas de dos estados de madurez (verde y maduro) de frutos de *Parmentiera edulis* y posibles aplicaciones

### METODOLOGÍA

Las muestras de frutos de *Parmentiera edulis* se obtuvieron a partir de árboles frutales del municipio de Venustiano Carranza, Puebla, México. Se recolectaron en base a sus estadios de madurez fisiológica siendo así en estado de madurez verde y madura en base al color visual de estos. Las muestras se trasladaron a los laboratorios de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, específicamente al Instituto de Ciencias Agropecuarias, para los análisis correspondientes.

Se determinó la composición química proximal de ambos estadios de madurez de los frutos, como son: Humedad: (AOAC 925.10, 1990), cenizas: (AOAC 923.03, 1990), Extracto etéreo: Método Soxhlet (AOAC 985.15, 1990), Fibra: (AOAC 920.86, 1990), Proteína: Método Kjeldahl (Pearson 7.2, 1993) Carbohidratos asimilables: Diferencia de porcentajes, todos los ensayos se realizaron por triplicado.

Resultados principales

### RESULTADOS PRINCIPALES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la composición química proximal de los frutos de *Parmentiera edulis* se observan los datos en la Tabla 1. La humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y carbohidratos asimilables, están reportados en porcentaje de base húmeda. Observándose mayor humedad en el fruto maduro con 84.83%

mientras que el fruto verde presentó 83.83, para el caso de cenizas la mayor concentración se encontró en los frutos verdes con un valor de 0.679% y el fruto maduro con 0.542% representando el contenido total de minerales, así mismo el extracto etéreo fue mayor en los cuajilotes verdes que los maduros con valores de 0.153% y 0.114%, respectivamente. Cabe destacar el contenido de fibra de estos frutos tanto en estado verde como maduro siendo algo distintivo de tales muestras por tener textura fibrosa en su interior mostrando valores desde 2.86% para frutos maduros y encontrándose el valor más alto en frutos verdes con valor de 3.17%.

Tabla 1. Composición Química Proximal de frutos de *Parmentiera edulis*

Análisis	Fruto verde	Fruto maduro
<b>Humedad</b>	83.83±0.129	84.83±0.381
<b>Cenizas</b>	0.679±0.043	0.542±0.028
<b>Extracto etéreo</b>	0.153±0.014	0.114±0.005
<b>Fibra</b>	3.17±1.002	2.86±0.09
<b>Proteína</b>	1.78±0.312	2.728±0.372
<b>Carbohidratos</b>	10.37±1.461	8.922±0.64

Mientras que el parámetro de contenido de proteínas cuajilotes maduros presentaron un valor de 2.728% y los frutos verdes una concentración de 1.78%. El parámetro de carbohidratos asimilables el valor más alto se observó en los frutos de *Parmentiera edulis* en estado verde con un valor de 10.37%, en cambio los frutos maduros mostraron un valor de 8.922%.

En algunos trabajos se han reportado valores similares a lo encontrado en la presente evaluación y de esta manera aprovechar dichas cualidades nutrimentales para aumentar el consumo del cuajilote, en un estudio realizado por Angón-Galvan, [2] reportó que frutos en estado maduro presentaron humedad de 84.21-87.34%, 0.33-0.42% de proteína cruda, grasa cruda de 0.03-0.04%, un alto contenido de fibra cruda de 3.11-4.25% y carbohidratos de 8.69-10.63%. De igual manera se menciona que las diferencias en los parámetros evaluados pudieran ser afectadas por la zona de estudio atribuyéndose a las condiciones ambientales (temperatura, lluvia, tipo de suelo, temporada, etc.).

## CONCLUSIONES

La presente evaluación química proximal de los frutos de *Parmentiera edulis* mejor conocidos como cuajilotes nos proporciona información importante como los contenidos de proteína, carbohidratos y resaltando la cantidad de fibra cruda considerándolo así una buena fuente de fibra cruda para alimentación humana o alimentación animal como forraje para épocas de sequía.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a CONACYT y al área de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

## REFERENCIAS

- [1] Pérez R.M., Pérez C., Zavala M.A., Pérez S., Hernandez H., Lagunes F. Hypoglycemic effects of lactucin-8-O-methylacrylate of *Parmentiera edulis* fruit. *J. Ethnopharmacol.* 2000, 71, 391-394.
- [2] Angón-Galvan P. (2006). Caracterización parcial del fruto de *Parmentiera edulis*. Trabajo de grado. Oaxaca, México: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- [3] Argueta V. A., Cano, A.L., Rodarte, M.E. (1994). Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. Instituto Nacional Indigenista. Tomo I. Pp. 545-547.
- [3] Cáceres A, Menendez H, Mendez E, Cohobon E, Samayoa BE, Jauregui E, Peralta E, Carrillo G.(1995). Antigonorrhoeal activity of plants used in Guatemala for the treatment of sexually transmitted diseases. *J Ethnopharmacol*, 48 (2): 85-8.
- [4] Pérez-Gutiérrez RM, Pérez-González C, Zavala-Sánchez MA, Pérez-Gutiérrez S. (1998). Hypoglycemic activity of *Bouvardia terniflora*, *Brickellia veronicaefolia*, and *Parmentiera edulis*. *Salud Pública Mex*, 40 (4): 354-8.
- [6] García-Castillo C, Martínez-Tinajero J, Montañez-Valdez O, Sánchez-Orozco L, Posada-Cruz S, Izaguirre-Flores F, Martínez-Priego G. (2008). Degradación ruminal de la materia seca del fruto cuajilote (*Parmentiera edulis*). *Zootecnia Trop*, 26 (1): 1-8.



## Caracterización de aguamiel y jarabe de agave procedente del Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala

Valeria Espíndola-Sotres, Ma. Andrea Trejo-Márquez, A. Adela Lira-Vargas, Selene Pascual-Bustamante  
Universidad Nacional Autónoma de México

Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales. Centro de Asimilación Tecnológica.  
Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú S/N, Col. San Juan Atlamica, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México

Correo: zafiru10@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN:

Se caracterizó aguamiel y jarabe de agave del Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala, para determinar calidad y uso potencial de subproductos del maguey pulquero (*Agave salmiana*) como edulcorantes. Se determinaron: sólidos solubles totales, índice de refracción, pH, acidez, carbohidratos, proteína, humedad, cenizas, fenoles totales, capacidad antioxidante, hidroximetilfurfural, color y conteo de microorganismos. El aguamiel de Hidalgo y Tlaxcala se clasificó como tipo I, y el proveniente del Estado de México como tipo II. El jarabe hidalguense no cumplió con el valor de pH especificado por norma (NMX-V-022-1972). Los productos del Estado de México presentaron mayor actividad antioxidante (20.95  $\mu\text{mol}$  de equivalente de Trolox/g) y contenido de fenoles (19.210.07 mg ácido gálico/g). Los productos de Tlaxcala mostraron mayor contenido de proteína (3.69%) y menor contenido de HMF (19.5mg/Kg). Ningún jarabe cumplió con el mínimo en °Brix (74) y contenido de carbohidratos (70%). El color no fue determinante en calidad. Muestras de aguamiel presentaron carga >250UFC sin embargo en jarabe de agave no hubo crecimiento, se confirmó ausencia de *Salmonella* y *E. Coli*.



Muestra representativa de aguamiel

### ANTECEDENTES

El maguey pulquero (*Agave salmiana*) es una planta de la familia Agavaceae que crece en el clima semi-seco y frío de la altiplanicie mexicana. En el país se encuentran sembradas 3 mil 280 hectáreas de esta variedad de agave (SAGARPA, 2014).

Se conoce como aguamiel a la savia que exuda la piña del maguey pulquero tras haber sido raspado, producida de manera natural (NMX-V-022-1972). Su vida útil es aproximadamente de 2 horas a temperatura ambiente, debido a que es un producto altamente susceptible a fermentación se destina principalmente a la elaboración de pulque, aunque otra de sus aplicaciones es la elaboración de jarabes fructosados. El jarabe de agave es el producto acuoso de sabor dulce y consistencia viscosa obtenido de la hidrólisis térmica de los fructanos provenientes del agave (NMX-FF-110-SCFI-2008). En la actualidad se comercializan únicamente jarabes extraídos del *Agave azul* y es utilizado como "sustituto de azúcar".

En México hay 26 estados donde se cultiva maguey, de acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (2013), los principales productores son Hidalgo, Tlaxcala y el Estado de México ocupando el 1°, 3° y 4° respectivamente.

### OBJETIVO

Caracterización de aguamiel y de jarabe de agave procedente de la región centro del país (Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala) para determinar la calidad y uso potencial de los subproductos del maguey pulquero (*Agave salmiana*).

### METODOLOGÍA

Las muestras de aguamiel se recolectaron recién extraídos de la planta y se almacenaron en refrigeración a 4°C para evitar el proceso de fermentación. Las muestras de jarabe de agave se mantuvieron almacenadas a temperatura ambiente.

Parámetros a evaluar: pH (potenciometro) y acidez (titulación). Los sólidos solubles totales e índice de refracción por medio de un refractometro. La proteína siguiendo el Método de Lowry, expresando el resultado en porcentaje (García y Vázquez, 1998). Los carbohidratos: los resultados se expresan en porcentaje de acuerdo al método de Lane & Eynon (NOM-086-SSA1-1994). El Hidroximetilfurfural (HMF) se llevó a cabo siguiendo el Método de Carrez. (NMX- FF- 110- SCFI- 2008). Los fenoles totales evaluaron por el método de Folin-Ciocalteu (García-Martínez y col., 2015). La capacidad antioxidante utilizando el radical ABTS+ midiendo la absorbancia a 754 nm (Kuskoski y col., 2004). El color se realizó mediante un Colorímetro en la escala CieLab (Del Moro y col., 2010). El conteo en placa de

bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras se realizó de acuerdo a las normas. Así como la ausencia/Presencia (Salmonella y E. Coli)

## RESULTADOS PRINCIPALES

En la tabla 1 y 2, se muestran los resultados obtenidos de la caracterización

Tabla 1. Parámetros experimentales de muestras de aguamiel

Parámetro	Muestras		
	JARABE DE AGAVE		
Región	Edo. Méx.	Hidalgo	Tlaxcala
pH	5.29±0.03a	7.31±0.04c	6.3±0.03b
Acidez	0.10% ±0.02a	0.05% ±0.05b	0.02% ±0.0043c
*Brix	70.33±0.02b	63.33±0.58a	70.33±0.58b
IR	1.3444 ±0.0001a	1.3442 ±0.0001a	1.344 0±0.0001a
Proteína	3.31%±0.38b	3.07%±0.2a	3.69%±0.5c
A. R. totales	63.69%±0.31c	59.55%±0.81b	44.17%±0.29a
HMF	20.42±0.21b	21.36±0.56c	19.54±0.32a
Capacidad Antioxidante	20.95±0.58a	19.32±0.57b	20.89±0.58a
Fenoles	19.21±0.07c		
	13.08±0.23a		
	18.55±0.74b		
	21.11±0.05a		
Color	L	19.14±0.15b	21.02±0.25a
	a	12.82±0.03b	18.33±0.5c
	B	4.66±0.02b	7.80±0.21c

Tabla 2. Parámetros experimentales de muestras de jarabe de agave

Parámetro	Muestras		
	AGUAMIEL		
Región	Edo. Méx.	Hidalgo	Tlaxcala
pH	4.37±0.01a	6.40±0.02b	5.82±0.02c
Acidez	0.21% ±0.0043a	0.08% ±0.0021b	0.03% ±0.0043c
*Brix	13.33±0.58a	15.67±0.15b	13.33±0.58a
IR	1.3341 ±0.0001a	1.3342 ±0.0001a	1.3337 ±0.0001a
Proteína	3.18%±0.5b	3.03%±0.4a	3.35%±0.15c
A. R. totales	10.74%±0.11b	10.32%±0.13a	11.1%±0.26c
Capacidad Antioxidante	5.39±0.58c	5.15±0.58a	5.24±0.7b
Fenoles	7.01±0.07a		
	6.95±0.49a		
	6.97±0.07a		
	39.43±0.05a		
Color	L	43.32±0.15c	39.77±0.5b
	a	5.86±0.015c	1.32±0.2b
	B	16.6±0.02c	8.74±0.2b

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la NMX-V-022-1972 el aguamiel de las regiones de Hidalgo y Tlaxcala se clasificó como tipo I, y el proveniente del Estado de México como tipo II. Las muestras de aguamiel del Estado de México presentaron la mayor actividad antioxidante y contenido de fenoles. Las muestras de aguamiel presentaron >250UFC tanto en bacterias mesófilas como mohos y levaduras; sin embargo en las muestras de jarabe de agave no hubo crecimiento de microorganismos, para el caso de bacterias coliformes se confirmó la ausencia de Salmonella y E. coli. El jarabe de agave de Hidalgo no cumplió con el valor de pH especificado por norma. Las muestras de Tlaxcala mostraron el mayor contenido de proteína y el jarabe el menor contenido de HMF. Los jarabes no cumplieron con el mínimo en °Brix (74) y contenido de carbohidratos (70%). Los jarabes del Estado de México presentaron la mayor actividad antioxidante y contenido de fenoles. Las muestras presentaron <250UFC tanto en bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras, se confirmó la ausencia de Salmonella y E. coli.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el Financiamiento del Proyecto: Desarrollo Tecnológico para el Aprovechamiento Integral de Frutas y Hortalizas (PAPIIT IT201216).

## REFERENCIAS

- [1] Del Moro, J.; Muñoz, D.; Nadal, V.; Clementz, A.; Pranzetti, V. (2010) El Color en los alimentos: Determinación de color en mieles Invenio, 13, 25. Pp. 145-152
- [2] García, H. y Vázquez, R. (1998). Cuantificación de Proteínas: una revisión (Bitácora). Instituto de Biotecnología UNAM. Morelos, México.
- [3] García-Martínez, E.; Fernández-Segovia, I. y Fuentes-López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España
- [4] Kuskoski, E.M.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; García-Parilla, M. C.; Fett, R. (2004) Actividad Antioxidante De Pigmentos Antocianicos. Rev. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim., 24, 4, 691-693
- [5] NMX-FF-110-SCFI- 2008 (2008) Productos alimenticios – Jarabe de agave - Especificaciones y Métodos de prueba. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016
- [6] NMX-V-022-1972 (1972). Aguamiel. Hydromel. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-V-022-1972.PDF>
- [10] Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación (2014) Agave. Consultado el 24 de agosto del 2016. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/Paginas/Galeria%20de%20im%C3%A1genes/Agave.aspx>
- [11] Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana (1994). NOM-086-SSA1-1994 Bienes Y Servicios. Alimentos Y Bebidas No Alcoholicas Con Modificaciones En Su Composicion. Especificaciones Nutrimientales.

3  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Estandarización del proceso de elaboración de jarabe a partir de aguamiel

Valeria Espíndola-Sotres, Ma. Andrea Trejo-Márquez<sup>1</sup>, A. Adela Lira-Vargas<sup>1</sup>, Ma. Eugenia Ramírez-Ortiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales. Centro de Asimilación Tecnológica. Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú S/N, Col. San Juan Atlamica, Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup> Laboratorio Experimental Multidisciplinario, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Av. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, Campo Uno, 54740 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo: [zafiru10@hotmail.com](mailto:zafiru10@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN



Muestra representativa de jarabe de agave

El objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura de proceso en las características de jarabe de agave. Se realizó la estandarización del proceso de elaboración de jarabe de agave a partir de aguamiel originario del estado de Hidalgo, considerando dos métodos (baja y alta temperatura), posteriormente se determinaron parámetros de calidad (sólidos solubles totales, índice de refracción, pH, acidez, carbohidratos, proteína, humedad, cenizas, hidroximetilfurfural, color y conteo de microorganismos) de los productos obtenidos para compararlos con el jarabe comercial marca "Mayé", además se determinó el rendimiento de producción a nivel laboratorio. El proceso a altas temperaturas mostró 17.2% mayor rendimiento tanto energético como de producción, también se presentó mayor contenido de sólidos solubles, proteína, carbohidratos y menor contenido de humedad. El jarabe no es un alimento susceptible al ataque de microorganismos. Se concluyó que la temperatura de proceso la variable responsable de las diferencias en los parámetros evaluados y es factible obtener jarabe de agave como procesamiento alternativo del aguamiel.

### ANTECEDENTES

El maguey pulquero o manzo (*Agave salmiana*) tradicionalmente se utiliza para producir el pulque, sus pencas son utilizadas en la gastronomía mexicana. También se pueden obtener jarabes fructosados, aguamiel, fibra dietética y fibras de la piña de maguey para elaboración de artesanías típicas mexicanas además sus espinas se ocupan como clavos o agujas (López y Mancilla, 2007).

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2013), en 2012 la superficie nacional plantada del género *Agave* era de 9,040.8 hectáreas, sin embargo para 2015 la producción había disminuido hasta 80% en algunas zonas del país, afectando severamente la economía de los productores agrícolas ya que no cuentan con los recursos para mantener la siembra y/o la venta de sus productos no resultan redituables. Los principales productos derivados son pulque y aguamiel, éste último es un líquido rico en azúcares que se consume bebida refrescante antes de iniciar el proceso de fermentación, que da como resultado el pulque (Parra y col., 2007). Cuando no se destina para la producción de la bebida alcohólica se elabora jarabe de agave, el cual se obtiene por concentración de los azúcares del aguamiel a través de la

hidrólisis térmica, este proceso se realiza de manera artesanal en muchas regiones México.

### OBJETIVO

Evaluar el efecto de la temperatura de proceso en las características del producto; que permita estandarizar el proceso de producción para ofrecer a los productores la oportunidad de aprovechar de manera rentable los productos derivados del maguey (como el jarabe de agave).

### METODOLOGÍA

El proceso de elaboración de jarabe de agave se estandarizó considerando la relación tiempo-temperatura (Figura 1). Las muestras se identificaron como: método 1 (baja temperatura), método 2 (alta temperatura) y C identifica a la muestra de jarabe de agave marca "Mayé". Posteriormente se determinó el rendimiento de producción a partir de 1L de aguamiel proveniente del estado de Hidalgo empleado como materia prima.



Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de jarabe de agave: a) Método 1; b) Método 2

Parámetros a evaluar: El pH (potenciometro), acidez (titulación); sólidos solubles totales e índice de refracción mediante un refractómetro digital. La proteína por el Método de Lowry (García y Vázquez, 1998). Los carbohidratos de acuerdo al método de Lane & Eynon (NOM-086-SSA1-1994). Hidroximetilfurfural (HMF): Se llevó a cabo siguiendo el Método de Carrez (NMX- FF- 110- SCFI- 2008). Humedad: se determinó utilizando un higrómetro (Aqualab CX2). Y se calculó de manera indirecta el contenido de humedad. Color: Se realizó mediante un Colorímetro de la marca Minolta en la escala CieLab (Del Moro y col., 2010). El comportamiento reológico: Se utilizó un viscosímetro de cilindros concéntricos y se calculó el modelo matemático que describe su comportamiento (Regalado y Noriega, 2008). El conteo de bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras se realizó de acuerdo a normas mexicanas, así como la ausencia/Presencia (Salmonella y E. Coli).

## RESULTADOS PRINCIPALES

La caracterización de las muestras de jarabe de agave, se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Parámetros experimentales de muestras de jarabe de agave

Parámetro	Método 1	Método 2	Muestra Comercial
pH	6.63±0.02c	5.28±0.03b	4.64±0.02a
Acidez	0.02% ± 0.00a	0.1% ± 0.02b	0.21% ± 0.00c
°Brix	70.33±0.58a	74.33±0.58b	70.33±0.58a
IR	1.3441 ±0.00a	1.3444 ±0.00a	1.3442 ±0.00a
Proteína	3.75%±0.5b	3.92%±0.25c	3.59%±0.4a
Humedad	32.08±0.58b	23.54±0.71a	29.44±0.58c
A. R. totales	64.17%±0.11c	72.54%±0.55b	66.97%±0.94a
HMF	21.94±0.58a	30.23±0.65b	31.78±0.97b
Modelo Reológico	$\tau = 0.5700\gamma$	$\tau = 0.9972\gamma$	$\tau = 0.5100\gamma$

## CONCLUSIONES

El proceso de elaboración a altas temperaturas ofrece mayor rendimiento tanto energético como de producción (10.15%). Fue elegido como el mejor proceso, ya que presentó mayor contenido de sólidos solubles, proteína, carbohidratos y menor contenido de humedad, aunque no el menor contenido de hidroximetilfurfural. Se concluyó que la temperatura durante el proceso de elaboración es la variable responsable de las diferencias en los parámetros evaluados. El jarabe no es un alimento susceptible al ataque de microorganismos por el proceso térmico al que se somete la materia prima durante su elaboración.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el financiamiento del Proyecto (PAPIIT IT201216).

## REFERENCIAS

- [1] Del Moro, J.; Muñoz, D.; Nadal, V.; Clementz, A.; Pranzetti, V. (2010) El Color en los alimentos: Determinación de color en mieles Invenio, 13, 25. Pp. 145-152
- [2] García, H. y Vázquez, R. (1998). Cuantificación de Proteínas: una revisión (Bitácora). Instituto de Biotecnología UNAM. Morelos, México.
- [3] López, M. y Mancilla, N. (2007). The nature of fructooligosaccharides in Agave plants. Recent Advances in Fructooligosaccharides Research. 2: 47-67.
- [4] NMX-FF-110-SCFI- 2008 (2008) Productos alimenticios – Jarabe de agave - Especificaciones y Métodos de prueba. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016
- [5] NMX-V-022-1972 (1972). Aguamiel. Hydromel. Normas Mexicanas. Consultado 24 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-V-022-1972.PDF>
- [9] Parra, S.; Rodríguez, S. y Valdez, R. (2007). Evaluación De La Composición Química Del Aguamiel Y Miel De Maguey Que Se Consume En Zacatecas. XI Jornadas De Investigación, Revista Investigación Científica. 3, 2. ISSN 1870-8196
- [10] Regalado, A. y Noriega, O. (2008) Comportamiento reológico de un fluido. XII Ciencia y Mar (36): 35-42
- Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación (2014) Agave. Consultado el 24 de agosto del 2016. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/Paginas/Galeria%20de%20im%C3%A1genes/Agave.aspx>
- [11] Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana (1994). NOM-086-SSA1-1994 Bienes Y Servicios. Alimentos Y Bebidas No Alcoholicas Con Modificaciones En Su Composicion. Especificaciones Nutrimientales.
- [16] SIAP (2013). Anuario estadístico de la producción agrícola. Consultado el 13 de agosto de 2016. Disponible en: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)



## Determinación de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cultivada en México

S. Cruz-Valderrama, M. S. López-Cortez, M. Márquez-Lemus

Departamento de Biofísica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Unidad Profesional Lázaro Cárdenas.

Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomás, Ciudad de México, México.

Correo: s.valderrama1203@gmail.com.

### INTRODUCCIÓN:

En los últimos años se ha observado un incremento en la aparición de enfermedades cardiovasculares, hepatobiliares, diversos tipos de cáncer y otras enfermedades crónico-degenerativas asociadas al estrés oxidativo, las cuales pueden evitarse mediante el consumo de frutas y vegetales que poseen compuestos antioxidantes. Por ello, el objetivo de este estudio fue determinar el contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) en alcachofa (*Cynara scolymus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) cultivada en México y evaluar su capacidad antioxidante (CA). Los análisis se realizaron en partes distintas de este vegetal (brácteas externas, internas y receptáculo), dando como resultado una mayor concentración de estos compuestos en las fracciones internas ( $15.97 \pm 0.53$  y  $12.90 \pm 0.39$  mg EAG/ g muestra b.s.). Así mismo la evaluación de CA mediante dos métodos espectrofotométricos (DPPH y ABTS) reflejó que las brácteas internas presentaron una mayor capacidad para inhibir el radical DPPH y ABTS.

### ANTECEDENTES

La inclusión de frutas y hortalizas en la dieta se recomienda porque cubren un elevado porcentaje de los requerimientos diarios de vitaminas y minerales y aportan agentes bioactivos cuya fuente principal se encuentra en las diferentes partes de la planta y son capaces de disminuir el riesgo de adquirir trastornos cardiovasculares, diabetes, algunas enfermedades neurológicas y otras alteraciones de la salud [1]. Por su parte, la alcachofa (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) es una planta semiperenne que en el extremo del tallo desarrolla una inflorescencia llamada capítulo o cabezuela cuyas hojas que la envuelven constituyen las brácteas y junto al receptáculo forman la parte comestible de esta hortaliza [2]. Se cultiva en países como Italia, España y Francia [3], sin embargo en México la producción de este vegetal para su exportación ha ido en aumento debido a su amplio espectro de aplicaciones, ya que, además de ser un elemento utilizado en diversos platillos y como parte de la medicina tradicional, se ha demostrado que presenta actividades biológicas antioxidantes, anticancerígenas, reductoras del colesterol, diuréticas y antiinflamatorias atribuidas principalmente a sus componentes característicos que incluyen derivados del ácido clorogénico [4].

### OBJETIVO

Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales presentes en la alcachofa (*Cynara scolymus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) cultivada en México y evaluar su capacidad antioxidante mediante los métodos espectrofotométricos de DPPH y ABTS

### METODOLOGÍA

Se empleó un lote de alcachofa procedente de la Central de Abastos de la Ciudad de México del cual se obtuvieron fracciones de brácteas externas (B Ext), internas (B Int) y receptáculos (Rec) como se observa en la Figura 1. En cada fracción se cuantificaron compuestos fenólicos totales [5] y capacidad antioxidante mediante el ensayo de DPPH [6] y el método de ABTS [7] con algunas modificaciones

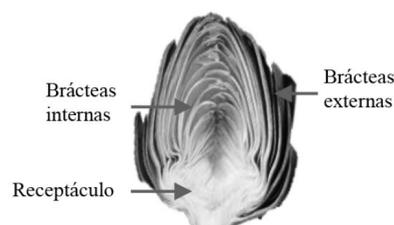


Figura 1. Morfología del capítulo de alcachofa.

### RESULTADOS PRINCIPALES

#### Determinación de compuestos fenólicos totales

Se observó una mayor concentración de CFT en las brácteas internas y receptáculos ( $15.97 \pm 0.53$  y  $12.90 \pm 0.39$  mg EAG/g b.s., respectivamente), siendo las brácteas externas quienes contienen la menor cantidad de estos compuestos con apenas  $1.89 \pm 0.10$  mg EAG/g b.s. (Tabla 1). Diversos autores señalan que los principales compuestos fenólicos presentes en la alcachofa son derivados del ácido clorogénico, cinarina, luteolina y apigenina [8,5] y es posible que la disminución de estos compuestos en las partes externas sea influenciada por la acción de peroxidases sobre algunos ácidos hidroxicinámicos que participan en la biosíntesis de lignina, otorgando a las brácteas externas una composición celular más rígida que brinde protección a las partes internas de los capítulos [9].

#### Determinación de capacidad antioxidante

Utilizando los ensayos de DPPH y ABTS los resultados

muestran que la mayor capacidad antioxidante de la alcachofa es otorgada por los componentes presentes en el receptáculo y las brácteas internas (Tabla 1), que son la parte comestible de este vegetal. Algunos estudios señalan que esta actividad antioxidante está asociada directamente con la cantidad de compuestos fenólicos totales (isómeros de ácidos clorogénicos y derivados de luteína y apigenina) que presenta cada fracción y por esta razón las brácteas externas aportan una capacidad antioxidante menor comparado con las muestras de receptáculos y brácteas internas [10].

**Tabla 1. Compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante en fracciones de alcachofa**

	<b>Fenoles Tot.</b> (mg EAG/g b.s.)	<b>DPPH</b> ( $\mu\text{mol ET/g}$ muestra b.s)	<b>ABTS</b>
Rec	12.90 $\pm$ 0.39 <sup>b</sup>	90.25 $\pm$ 2.54 <sup>a</sup>	89.80 $\pm$ 2.41 <sup>a</sup>
B Ext.	1.89 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	18.13 $\pm$ 0.63 <sup>c</sup>	17.29 $\pm$ 1.37 <sup>c</sup>
B Int.	15.97 $\pm$ 0.53 <sup>a</sup>	84.49 $\pm$ 0.97 <sup>b</sup>	85.78 $\pm$ 4.49 <sup>b</sup>

Media  $\pm$  desviación estándar, n=9

EAG= equivalente de ácido gálico; ET= equivalentes de TROLOX.

Letras diferentes <sup>(abc)</sup> indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

Se obtuvo una mayor concentración de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en las fracciones internas de esta hortaliza (parte comestible) por lo que su ingesta podría ayudar a prevenir la aparición de diversos padecimientos.

La fracción externa que se considera no comestible presentó una capacidad antioxidante significativa, por lo que también puede ser considerada como fuente de compuestos bioactivos y ser aplicada en otros productos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo económico otorgado para desarrollar este trabajo.

## REFERENCIAS

[1] De la Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E., & González-Aguilar, G. A. (2010). Fruit and vegetable phytochemicals chemistry, nutritional value, and stability (1st ed.). USA: Wiley-Blackwell Publishing.

[2] Bianco, V. and Calabrese N. (2009). Morfología e fisiología il carciofo e il cardo. Coordinamento scientifico, Coltura & Cultura, Ed. Script Bologna.

[3] FAOSTAT. (2016). Producción mundial de alcachofa. Food and Agriculture data. A través de <http://faostat.fao.org>

[4] Ramos, P. A., Guerra, Â. R., Guerreiro, O., Freire, C. S., Rocha, S. M., ... & Silvestre, A. J. (2014). Phenolic composition and antioxidant activity of different morphological parts of *Cynara cardunculus* L. var. *altalis* (DC). *Industrial Crops and Products*, 61:460-471.

[5] Singleton, V. L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299:152-178.

[6] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Techn.* 28(1):25-30.

[7] Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Biol Med*, 26(9-10):1231-7.

[8] Pandino, G., Lombardo, S., & Mauromicale, G. (2013). Globe artichoke leaves and floral stems as a source of bioactive compounds. *Industrial Crops and Products*, 44(1):44-49.

[9] Sergio, L., Cardinali, A., De Paola, A. and Di Venere, D. (2009). Biochemical Properties of Soluble and Bound Peroxidases from Artichoke. *Food Technol. Biotechnol.* 47(1)32-38.

[10] Kukić, J., Popović, V., Petrović, S., Mucaji, P., Ćirić, A., Stojković, D., & Soković, M. (2008). Antioxidant and antimicrobial activity of *Cynara cardunculus* extracts. *Food chemistry*, 107(2):861-868.

6  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Caracterización química de harina de *Oxalis tuberosa*, posibles aplicaciones

G. Paulin-Yañez, J. Piloni-Marini, A. Quintero-Lira, N. Güemes-Vera

Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Av Universidad km 1 Rancho Universitario. Col. Ex Hda de Aquetzalapa, C.P. 43600, Tulancingo de Bravo, Hgo.

Correo: njgv2002@yahoo.com.mx



### INTRODUCCIÓN

*Oxalis tuberosa*, es un tubérculo originario de la región Andina, y en territorio mexicano es cultivado en zonas de la Sierra Hidalguense donde predomina el clima templado-frío, conocida comúnmente como "papa roja". Es un cultivo endémico que se consume en preparaciones tradicionales, dentro de los métodos comunes de conservación, se encuentra el secado. Es considerada una buena fuente de hidratos de carbono, proteína, calcio y hierro. Además contiene polifenoles y antocianinas presentes tanto en pulpa como en cáscara, estos compuestos le confieren una importante actividad biológica. Dichos compuestos han demostrado estabilidad durante procesos térmicos en la industria alimentaria, lo que permite su utilización como antioxidantes en alimentos extrudidos y harinas. Se obtuvo una harina con excelente cantidad de fibra ( $20.72 \pm 2.80$ ), y un aporte de proteína de  $4.72 \pm 0.13$ , que aunque es menor a lo reportado para harinas de trigo, en complemento con compuestos antioxidantes, la hacen una harina nutricionalmente rica.

### ANTECEDENTES

La *Oxalis tuberosa*, es un tubérculo originario de la región Andina, conocido como "oca" o en México como "papa roja". En territorio mexicano, se cultiva en zonas donde el clima es templado-frío, como las zonas altas de la Sierra Poblana, la Sierra Hidalguense o cerca del nevado de Toluca. En los registros de producción anual de papa en el 2009 para México, el género *Oxalis* spp. no figura en ninguna posición [1,2]. Se estima que es buena fuente de hidratos de carbono y proteína, calcio y hierro; y en base seca la proteína, puede alcanzar hasta el 15.9% [3]. Contiene compuestos antioxidantes presentes en pulpa y cáscara, estimados como bioactivos con funciones biológicas, que además, poseen estabilidad durante el proceso térmico de alimentos, lo que permite su utilización en alimentos extrudidos y harinas [4].

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo, es determinar la composición química de harina de *Oxalis tuberosa*, y sugerir aplicaciones en la industria alimentaria, en base al contenido nutrimental de ésta.

### METODOLOGÍA

#### Obtención de harina de *Oxalis tuberosa*

Para la obtención de harina de *Oxalis tuberosa*, se llevó a cabo un lavado (agua, jabón y cloro al 1%), se secó extendiéndola en charolas de aluminio en un horno a

gas (Luckie San Juan Mod. 12) durante un tiempo aproximado de 6 h a una temperatura de entre 50-60°C. Una vez seca, la cáscara fue molida en una licuadora industrial (Oster BPST02-B00) y tamizada (Tyler núm. 40-425  $\mu\text{m}$  de diámetro de alambre de 0.28 mm), y se almacenó en bolsas herméticas hasta su análisis.

### Composición química

Una vez obtenida la harina, se determinó su composición química proximal, cada análisis se realizó por triplicado, por medio de los métodos oficiales: Humedad: Método indirecto (AOAC 925.10, 1990); Cenizas: Método de incineración (AOAC 923.03, 1990); Grasa: Método de Soxhlet (AOAC 985.15, 1990); Fibra: Método de Fibra (AOAC 920.86, 1990); Proteínas: Método de Kjeldahl (Pearson 7.2, 1993).

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para la harina de *Oxalis tuberosa*, donde se observa que es relativamente pobre en grasas, permitiendo que se conserve mejor y sea menos propensa a enranciamiento, brindando alternativas para su uso y aplicación en alimentos.

Tabla 1. Composición Química Proximal

<i>Análisis</i>	<i>Harina de Oxalis tuberosa</i>
<i>Humedad</i>	<i>9.40±0.17</i>
<i>Cenizas</i>	<i>3.56±0.04</i>
<i>Extracto etéreo</i>	<i>0.77±0.04</i>
<i>Fibra</i>	<i>20.72±2.80</i>
<i>Proteína</i>	<i>4.72±0.13</i>
<i>Carbohidratos</i>	<i>58.66±2.81</i>

±Desviación estándar

En el caso de proteína ( $4.72 \pm 0.13$ ), el contenido es menor que en la harina de trigo (8-13), de acuerdo a lo reportado por Kent-Jones A. sin embargo, para fibra, la harina de *Oxalis tuberosa* ( $20.72 \pm 2.80$ ), muestra contenidos superiores a la harina de trigo; cabe mencionar que para la obtención de harina de *Oxalis tuberosa*, se emplea el tubérculo por completo, aprovechando así la fibra presente en la cáscara.

### CONCLUSIONES

La composición química de la harina de *Oxalis tuberosa*, muestra excelentes cantidades de fibra, que al emplearse en alimentos, pudiera generar beneficios en el consumidor como lo son: disminución de glucosa en sangre y disminución de peso corporal, el consumo de fibra produce saciedad lo que disminuye la ingesta de alimento, por lo tanto disminución en el peso[5].

En el presente grupo de investigación se ha empleado en productos de panificación y pastas obteniendo resultados de interés; en la elaboración de productos de panificación fritos tipo donas, empleando 50% harina de trigo y 50% harina de cáscara de *Oxalis tuberosa*, se obtuvieron productos con contenido de fibra superiores a una dona estandar (harina de trigo), de 1.85 g /100 g y 0.20 g/100 g, respectivamente. En relación al contenido de grasa, en la dona con *Oxalis tuberosa*, se observó una disminución en este contenido ( $15.49 \pm 0.25$  g/ 100 g). El contenido energético total es similar entre los productos, sin embargo, en el contenido nutrimental, se destaca que la dona con harina de cáscara de *Oxalis tuberosa*, presenta un excelente aporte fibra en comparación con la dona estándar, además que el empleo de la cáscara de *Oxalis tuberosa*, disminuyó la formación de acrilamida, propia de proceso de elaboración de este producto, debio a su concentración de compuestos antioxidantes[6]. En la elaboración de pastas y pan de caja, la harina fue pre-gelatinizada, obteniendo pastas reducidas en el contenido de gluten, lo que sugiere su aplicación para personas con intolerancia al gluten[7], y para el pan de caja no mostró diferencia comparado con el pan elaborado a base de harina de trigo [8]. Sin embargo, se requieren mas investigaciones, y la caracterización completa de sus propiedades fisico-químicas.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para la realización de estudios de Maestría y al Área Académica Agroindustrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

### REFERENCIAS

[1] Díaz Tepepa, María Guadalupe. (2001). Tradición, etnografía de la escuela rural mexicana y su contexto familiar y comunitario. Ed. Plaza y Valdez. México.

[2] Hernández-Lauzardo, A., Méndez-Montealvo, G., Velázquez del Valle, M., Solorza-Feria, J. and Bello-Pérez, L. Isolation and Partial Characterization of Mexican *Oxalis tuberosa* Starch. *Starch - Stärke*, 56(8), (2004), pp.357-363.

[3] Valcárcel-Yamani, B., Rondán-Sanabria, G. and Finardi-Filho, F. The physical, chemical and functional characterization of starches from Andean tubers: oca (*Oxalis tuberosa* Molina), olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(3), (2013), pp.453-464.

[4] Nemś, A., Pęksa, A., Kucharska, A., Sokół-Łętowska, A., Kita, A., Drożdż, W. and Hamouz, K. Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172, (2015), pp.175-182.

[5] Anderson, J.W., Baird, P., Davis, R.H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym A., Waters, V., & Williams, C.L. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), (2009), 188-205.

[6] Paulin-Yañez G. (2016). Efecto de la cáscara de *Oxalis tuberosa* en la formación de acrilamida en productos de panificación fritos aplicado a un modelo animal. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo, Hgo.

[7] Vicente-Flores M. (2016). Efecto de la sustitución de sémola de trigo con harina de *Oxalis tuberosa* en las propiedades fisicoquímicas y reológicas de pastas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo, Hgo.

[8] Espino, SO. (2015). Elaboración de pan blanco de caja y pan dulce tipo concha libre de gluten utilizando harina pregelatinizada de *Oxalis tuberosa*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo, Hgo.

## Análisis sensorial de un extruido de tercera generación a base de papa roja (*Oxalis tuberosa*) y sorgo (*Sorghum spp.*)

J. Santamaría<sup>1</sup>, L. González<sup>1</sup>, L. Chel<sup>3</sup>, A. Bernardino<sup>4</sup>, M. Ramírez<sup>5</sup>, N. Güemes<sup>1\*</sup>

<sup>1,2,6</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán

<sup>4</sup>Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato

<sup>5</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México

\* Jefa de grupo de investigación, coordinadora de investigación y posgrado

Correo: njgv2002@yahoo.com.mx



### INTRODUCCIÓN:

La *Oxalis tuberosa* es un tubérculo que posee un alto contenido de vitaminas, minerales y antioxidantes naturales como ácidos fenólicos, flavonas y antocianinas; por otra parte, el *Sorghum bicolor* L. es una fuente principal de energía, proteínas, vitaminas y minerales. Una de sus principales características son los altos niveles de proteína comparados con otros cereales. El objetivo de este trabajo fue la evaluación sensorial de una botana de tercera generación a base de papa roja (*Oxalis tuberosa*) y sorgo (*Sorghum spp.*). Se realizó una prueba sensorial al tratamiento 1 (90% harina de sorgo y 10% harina de papa roja) y tratamiento 2 (50% harina de sorgo y 50% harina de papa roja), el tratamiento 1 fue ligeramente más aceptable en cuanto a apariencia y textura y ligeramente más aceptable en cuanto a sabor, el tratamiento 2.

### ANTECEDENTES

La *Oxalis tuberosa* es un tubérculo de poco consumo en México, posee un alto contenido de vitaminas, minerales y antioxidantes naturales como ácidos fenólicos, flavonas y antocianinas; estos compuestos fenólicos no sólo proporcionan importantes propiedades sensoriales en los alimentos, sino también son responsables del color, sabor, gusto y textura [1]; además, pueden desempeñar un papel clave en la prevención de diversas enfermedades asociadas con el estrés oxidativo, enfermedades coronarias e inflamatorias. Sin embargo, pese a su alto contenido nutricional y buena calidad de proteínas, en términos de balance de aminoácidos, su uso y consumo generalmente están limitados, debido a que son sujetos a pérdidas nutricionales post-cosecha y durante el procesamiento [2].

*Sorghum bicolor* L. es una de las cosechas de cereales importantes en el mundo. Este cultivo es una fuente principal de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes en las regiones más pobres [3].

Este cereal ha llegado a tener una gran importancia para la industria alimentaria y nutricional para la población mundial similar a la que tienen otros cereales como el maíz, trigo y arroz [3]. El sorgo contiene de 7 a 16% de proteínas aproximadamente, 55 a 75% de almidón, 0.5 a 5% de lípidos 1.6% de fibra cruda y de q a 4.5 de cenizas [4]. Una de sus principales características son los altos niveles de proteína comparados con otros cereales [3].

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue la evaluación sensorial de una botana de tercera generación a base de papa roja (*Oxalis tuberosa*) y sorgo (*Sorghum spp.*).

### METODOLOGÍA

Se realizó una prueba sensorial al tratamiento 1 (90% harina de sorgo y 10% harina de papa roja) y tratamiento 2 (50% harina de sorgo y 50% harina de papa roja), evaluado por 50 jueces no entrenados pertenecientes a la comunidad estudiantil del Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, los individuos tenían un intervalo de edades entre 18 y 35 años. La evaluación y la selección de los panelistas se basó en el interés de los participantes además de su gusto por comer botanas extruidas. Se emplearon pruebas afectivas para la medición del grado de satisfacción de sabor, textura y apariencia empleando una escala hedónica de 5 puntos [5].

Se organizaron jueces en grupos de 4 personas. Las muestras se presentaron con número al azar de tres (3) dígitos en recipientes de plásticos. Las pruebas se realizaron en horas lejanas a las comidas entre las 9 y 11 de la mañana y las 3 y 5 de la tarde, para no alterar las apreciaciones de los atributos por parte de los jueces. Se utilizó aproximadamente  $\pm 3$  gramos por muestra. Se ofreció agua potable durante la prueba, para neutralizar el sabor de la muestra, un caramelo macizo al concluir la evaluación sensorial [6].

Resultados principales

Se realizó análisis sensorial para los tratamientos 1 y 2, en la figura 1, 2 y 3 se muestran los porcentajes obtenidos en cuanto a la evaluación sensorial por jueces no entrenados, en donde el tratamiento 1 fue ligeramente más aceptable en cuanto a apariencia y textura y ligeramente más aceptable en cuanto a sabor, el tratamiento 2. La aceptabilidad de los consumidores por un producto nuevo depende de las técnicas de preparación que hayan sido utilizadas [7]; el freído es el proceso más degustado por los consumidores, Melito y Farkar 2013 evaluaron sensorialmente donas libres de gluten tratadas con infrarrojo contra donas fritas tradicionalmente y demostraron que las personas prefieren sabores conocidos, seleccionando donas fritas.

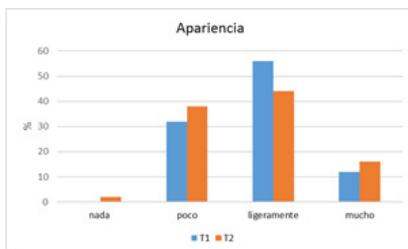


Figura 1. Porcentaje de apariencia de botanas de tercera generación a base de papa roja y sorgo

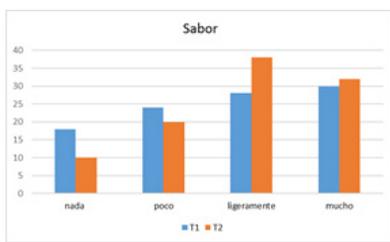


Figura 2. Porcentaje de sabor de botanas de tercera generación a base de papa roja y sorgo.

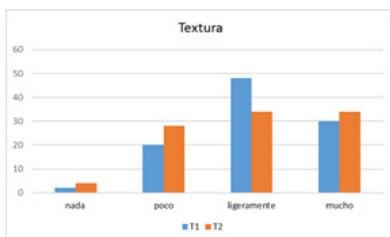


Figura 3. Porcentaje de textura de botanas de tercera generación a base de papa roja y sorgo.

## CONCLUSIONES

La apariencia de la botana del tratamiento 2 fue ligeramente más aceptada que el tratamiento 1  
 El sabor de la botana del tratamiento 2 fue más aceptada que la del tratamiento 1  
 La textura de la botana 1 fue ligeramente más aceptada que la botana del tratamiento 2.

## REFERENCIAS

- [1] Chirinos R., Betalleluz I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., Campos D. 113 (2009). 1243-1251.
- [2] Nems A., Peksa A., Kucharska A., Sokoł, L., Kita A., Drozd W., Hamouz K. 172 (2015). 175-182.
- [3] Bressani, R., Rodas, B., Gudiel, E., Lezama, C., & Velásquez, H.. (2014). Características físicas del grano de maicillo (sorgo) de tallo dulce. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala, Vol. 29, pp 25-30.
- [4] Serna, S.S.R.O. (2013). Química almacenamiento e industrialización de los cereales. Ed. A.G.T. editor, S.A. 5ta ed. México, D.F. pp. 3-28
- [5] Gutiérrez D.R., Cárdenas V.O.G., Alarcón V.C., Garzón T.J.A., Milán C.J. Armienta A.E. y Reyes M.C. (2008). Alimentos para niños preparado con harinas de maíz de calidad proteínica y garbanzo extruidos. IN-TERCIENCIA 33 (12): 868-874.
- [6] Villeda Castillo, D. (2014). Caracterización morfo-granómica de 15 accesiones de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con bajo contenido de lignina. (Maestría). UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
- [7] Ramos, R. (2014). Estudio del efecto de la actividad antioxidante de harina de cáscara de *Oxalis tuberosa* para la disminución de acrilamida en productos de panificación. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- [8] Melito, H. y Farkas B. 2013. Effect of infrared finishing process parameters on physical, mechanical and sensory properties of par-fried, infrared-finished gluten-free donuts. Journal of engineering. 117, 399-407.



## Análisis sensorial de un extruido de tercera generación a base de papa roja (*Oxalis tuberosa*) y sorgo (*Sorghum spp.*)

U. Torres Hernández<sup>1</sup>, K. Cruz Pacheco<sup>1</sup>, L. Chel Guerrero<sup>2</sup>; L. J. Corzo Ríos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> UPIBI, Instituto Politécnico Nacional, Av. Acueducto S/N, Col. La Laguna Ticomán. Del GAM Ciudad de México

<sup>2</sup> FIQ, Universidad Autónoma de Yucatán, Tablaje catastral, Mérida Yucatán, México

Correo: \*lcorzo@ipn.mx



### INTRODUCCIÓN:

Existe una tendencia de mayor consumo de carne y una disminución en el consumo de frutas. Ante esto se decidió elaborar un producto de alto consumo dentro de la población en México, añadiendo materia prima poco consumida. Además buscando nuevas aplicaciones para la goma del flamboyán, que se ha incrementado y extendido su siembra a lo largo del sureste y centro de la república. Como resultado se obtuvo que la adición de fruta a la formulación base del jamón disminuyó el rendimiento en 10%, pero mejoró la textura. La mezcla de carragenina y goma flamboyán en 0.75y 0,25% respectivamente mantuvo las características de textura del jamón con frutas pero disminuyó ligeramente el rendimiento.

### ANTECEDENTES

El consumo en México de productos cárnicos embutidos de una persona es de 63 kg por año [1]. Se destaca el consumo de jamón, salchicha, chorizo, mortadela en sus diferentes orígenes (cerdo y ave) como los productos más consumidos en sus diferentes calidades (cantidad de grasa y carne), solo la producción de salchichas y jamón representó el 90% del total de los embutidos elaborados en el 2014, con una producción total de embutidos de 863 toneladas y un valor de producción de 28 mil millones de pesos [2], mientras que el consumo per cápita de durazno es de 1.9 kg al año [1], evidenciando una problemática de consumo alto de carne, mientras que el consumo de frutas es bajo. Ante esta problemática se decidió elaborar un producto de alto consumo añadiendo materia prima poco consumida, incentivando así su mayor producción, además buscando nuevas aplicaciones para la goma Flamboyán que a este tiempo ha incrementado y extendido su siembra del árbol flamboyán a lo largo del sureste y centro de la república [3]

El flamboyán (*Delonix regia*) que también es conocido como tabachín es un árbol caducifolio tropical perteneciente a la familia Fabacéa y de subfamilia Caesalpinioideae. Su lugar de origen es Madagascar y es uno de los árboles ornamentales más cultivados en regiones tropicales de Chiapas, Tamaulipas, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Nayarit, Veracruz, Estado de México, Tabasco y la península de Yucatán [2]. La goma extraída de la semilla del flamboyán es una galactomanana que ha sido caracterizada en su estructura química y comportamiento reológico, con características similares a la goma guar [3, 4 y 5].

### OBJETIVO

Evaluar la influencia de la goma flamboyán en el rendimiento y textura del jamón forjado extendido con trozos de durazno.

### METODOLOGÍA

Se partió de una fórmula base de jamón con carragenina al 1.0% respecto al peso de la carne limpia y 48 h de curado.

Se estandarizó el proceso y la formulación del jamón con trozos de durazno, determinando el porcentaje máximo de incorporación de fruta

Se evaluó la factibilidad del uso de goma flamboyán y fruta como ingredientes del jamón extendido forjado en el rendimiento y textura.

Para la evaluación de la textura se diseñó una prueba semiestructurada, los resultados fueron tratados mediante un análisis de varianza y un análisis de medias por el método de tukey.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Se determinó una incorporación de fruta al 5% lo que redujo el aglutinamiento de goma y salmuera, obteniendo un buen rendimiento y además una buena distribución de la fruta. Mostrando el color del jamón sin fruta. La textura fue mejoró con la adición de la fruta, siendo tersa y manteniendo una excelente adhesión, evitando el desgrane al momento de rebanar.

Tabla 1 Valores de rendimiento y textura de las distintas formulaciones de jamón elaboradas

Formulación	Rendimiento (%)	Calificación Textura
<b>Jamón base</b>	84.0 <sup>a</sup>	4.3 <sup>c</sup>
<b>1.0% C c/fruta</b>	74.6 <sup>b</sup>	6.2 <sup>o</sup>
<b>F 0.25% C 0.75%</b>	71.0 <sup>c</sup>	6.2 <sup>o</sup>
<b>F 0.5% C 0.5%</b>	70.7 <sup>c</sup>	4.0 <sup>c</sup>
<b>F 1.0%</b>	67.7 <sup>d</sup>	5.3 <sup>b</sup>

C: carragenina, F : Flamboyán.

Letras distintas en los superíndices en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

El rendimiento obtenido no sobrepasó el 85% en todas las muestras obtenidas. Cuando se añadió fruta a los jamones disminuyó el rendimiento respecto al jamón sin fruta en un 10% como se aprecia en la tabla 1 con un 74.6 de rendimiento final y mostrando así una diferencia significativa entre estos jamones. Cuando el jamón fue añadido con carragenina al 0.75% y flamboyán al 0.25% el rendimiento siguió disminuyendo a 71%

### CONCLUSIONES

La adición de fruta en el jamón disminuyó su rendimiento, pero mejoró la textura.

El uso de goma flamboyán al 1.0% y fruta disminuyó hasta en un 17% el rendimiento.

En la textura de jamón con fruta y el jamón con flamboyán al 0.25% no hay diferencia significativa.

La mezcla de la carragenina y la goma flamboyán es buena para la textura pero mala en cuanto a rendimiento.

### REFERENCIAS

[1] SAGARPA. (2012). Boletín de consumo de carne en México. Guadalajara, Jalisco: Unidad de comunicación social. <http://www.gob.mx/sagarpa> . Recuperado el día 10/12/2016

[2] INEGI (2014). Boletín de Frutas. México. <http://www.inegi.org.mx> Recuperado el día 11/11/2016

[3] Corzo Rios, L. J., Ramírez Ortiz, M. E., Rodríguez Canto, W., Gallegos Tintoré, S., Betancur Ancona, D., & Chel Guerrero, L. (2015). Evaluación de algunas características reológicas y bioactivos de Hidrocoloides Mixtos Provenientes de Goma Flamboyán (*Delonix regia*) y Proteínas de Leguminosas. Editorial OmniaScience, Barcelona, España.

[4] Pacheco-Aguirre, J., Rosado-Rubio, G., Betancur-Ancona, G. & Chel-Guerrero, L. (2010). Physicochemical properties of carboxymethylated flamboyant (*Delonix regia*) seed gum. *CYTA – Journal of Food*, 8, 169–176

[5] Tamaki, Y., Tetura, T. & Tako, M. (2010). The chemical structure of galactomannan isolated from seeds of *Delonix regia*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 74, 1110–1112

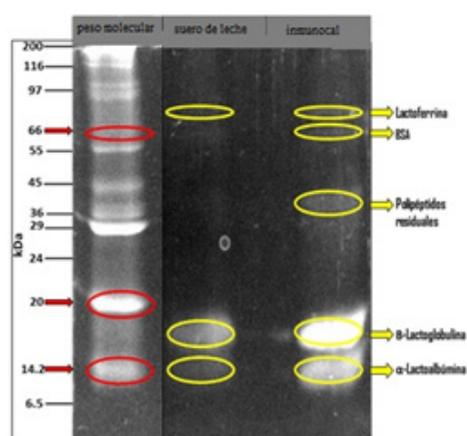


## Aislamiento y caracterización de proteínas de lactosuero para la elaboración de una bebida carbonatada con contenido proteico

D. González, D. Regino, S. Miranda

Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. Ave. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, 54740 Cuautitlán Izcalli, México.

Correo: [gonzalez\\_diegoing@outlook.com](mailto:gonzalez_diegoing@outlook.com) / [spmuncunam55@gmail.com](mailto:spmuncunam55@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN

El lactosuero es un subproducto alimenticio derivado después de la elaboración de quesos y contiene proteínas de alto valor biológico como la  $\alpha$ -Lactoglobulina,  $\beta$ -Lactoalbúmina y Lactoferrina, además de una excelente fuente de aminoácidos esenciales. Este subproducto es desechado por gran parte de las industrias queseras, ocasionando serios problemas de contaminación. En este trabajo, se aislaron las proteínas del lactosuero mediante un proceso térmico en condiciones ácidas, empleando centrifugación y filtración al vacío como operaciones unitarias de separación, posteriormente, se caracterizaron mediante Micro-Kjeldah, cromatografía en papel y electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), con la finalidad de asegurar si los aminoácidos y proteínas que se reportan en la bibliografía están presentes en las proteínas aisladas. Finalmente, estas proteínas se utilizaron como un ingrediente en la elaboración de una bebida carbonatada sabor chocolate.

### ANTECEDENTES

Aproximadamente 85% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero, el cual retiene cerca de 55% del total de nutrientes de la leche como la lactosa, (4,5-5% p/v), proteínas (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4-0,5% p/v) y sales minerales (8-10% de extracto seco) [1,3].

Concretamente, suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche de bovino, siendo su principal componente la  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG) con cerca de 10% y  $\alpha$ -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea. Además, contiene otras proteínas como, lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos. Además, son de alto valor biológico por su contenido en aminoácidos equivalentes a los del huevo [3].

Una industria quesera media que produzca diariamente 40,000 litros de suero sin depurar genera una contaminación diaria similar a una población de 1, 250,000 habitantes. Por ello es, importante que las industrias lácteas utilicen el lactosuero brindándoles una aplicación benéfica al ser humano con el fin de no contaminar el ambiente [4].

Los aislados de proteína de lactosuero (Whey Protein Isolate) tienen como características importantes un

90% de proteína y entre 4-5,5% de agua. Por su alta pureza, los WPI son usados extensivamente en suplementación nutricional, bebidas deportivas y medicinales.

En la actualidad, mediante la Biotecnología alimentaria es posible aislar las proteínas del lactosuero para conferirles diversas aplicaciones en la elaboración de una amplia gama de alimentos y bebidas [5].

De esta manera se generan dos vertientes significativas: Se recuperan y aíslan las proteínas del lactosuero, aprovechando sus grandes propiedades nutricionales en una bebida carbonatada, y a su vez, se contribuye a disminuir la contaminación ambiental.

### OBJETIVO

Aislar y caracterizar las proteínas presentes en el lactosuero dulce mediante un tratamiento térmico en condiciones ácidas, para emplearlas como un ingrediente en la elaboración de una bebida carbonatada sabor chocolate, obteniendo un producto de alto aporte nutrimental, que pueda contribuir a mejorar y complementar la nutrición del consumidor.

**METODOLOGÍA**

Diagrama de proceso del aislamiento de proteínas de lactosuero.

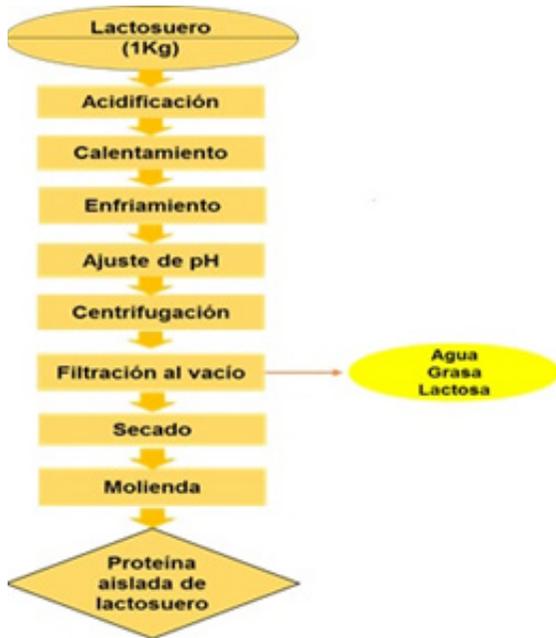


Tabla 2. Composición química de la bebida adicionada con proteínas aisladas del suero

Componente	%
Proteína	2.95
Humedad	77.67
Cenizas	0.56
Grasa	0.25
Carbohidratos	18.57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**CONCLUSIONES**

El proceso que se empleó para el aislamiento de las proteínas de lactosuero, no deterioró significativamente su valor nutricional, ya que lograron estar presentes sus principales proteínas y la mayoría de los aminoácidos esenciales.

**REFERENCIAS**

[1]Aider, M., D. Halleux and I. Melnikova. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10(3): 334-341.

[2]. Onwulata, C. (2008). *Whey Processing, Functionality and Health Benefits*, Wiley-Blackwell, New York.

[3]Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 62(1), 4967–4982.

[4]Valencia, D., Ramírez, M., Denicia, V., Castillo, R., Leticia, M., Valencia, E., & Ramírez, M. L. (2009). La industria de la leche contaminación del agua. *Elementos: Ciencia Y Cultura*, 16, 27–31. México.

**Caracterización de las proteínas aisladas:**

MicroKjeldahl,  
Cromatografía de aminoácidos en papel  
Electroforesis

**RESULTADOS PRINCIPALES**

Se obtuvieron en promedio 8.12 gramos de proteínas por Kg de lactosuero, con un porcentaje proteico del 90.83%. La β-lactoglobulina, α-lactoalbúmina y Lactoferrina, lograron estar presentes en el aislado proteico, al igual que los aminoácidos Lisina, Treonina, Metionina, Valina, y Triptófano. La Cisteína no logro estar presente en las proteínas aisladas, debido a que es un aminoácido muy termolábil. La bebida carbonatada obtuvo un porcentaje proteico del 2.95%, lo que la hace un producto con mejor aporte nutricional que cualquier otro refresco convencional.

Tabla 1. Caracterización de aminoácidos de las proteínas aisladas del lactosuero

Aminoácidos Esenciales más cisteína	Dm	Df	Rf	Rf (aminoácidos de proteínas aisladas de lactosuero)
Cisteína	3	14.8	0.202	
Lisina	3.3	14.8	0.223	0.227
Treonina	6.3	14.8	0.425	0.431
Isoleucina	7.9	15.1	0.52	
Metionina	8.5	14.9	0.579	0.581
Valina	10.2	15	0.68	0.689
Triptófano	10.8	15.2	0.71	0.72
Leucina	13.7	15.2	0.901	0.911
Fenilalanina	12.3	15.5	0.79	



## Comparativa de recubrimiento a base de quitosán y un tratamiento con extractos cítricos en la vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*)

D. Rubio, D. Hernández, P. Miranda.

Laboratorio de Biotecnología, FESC-1 de la UNAM.

Av. 1o de Mayo S/N, Santa María las Torres, 54740 Cuautitlán Izcalli, Méx.

Correo: [spmuncunam55@gmail.com](mailto:spmuncunam55@gmail.com) / [spmuncunam55@gmail.com](mailto:spmuncunam55@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN:



En el proyecto se realiza una comparativa de uso potencial entre un recubrimiento de quitosán y un desinfectante a base de extractos cítricos a dos diferentes temperaturas (10 y 26°C) para poder aplicarlo en fresa (*Fragaria ananassa*) de tal manera que se puedan reducir las pérdidas que se generan en este fruto durante su almacenamiento y exportación. Las variables evaluadas fueron pérdida de peso durante el almacenamiento, firmeza, pH, acidez titulable, sólidos solubles totales (Brix), Color, Vit. C, pruebas microbiológicas. Los resultados mostraron que ambos recubrimientos ayudaron a preservar el fruto, las bajas temperaturas con el recubrimiento mostró efectos positivos en pruebas como pH, acidez titulable, sin embargo en pruebas como pérdida de peso, color, sólidos solubles, fueron ligeramente más favorables para el tratamiento de extractos cítricos, y en el caso de Firmeza, Vitamina C y pruebas microbiológicas el quitosán mostro ser más favorable al fruto.

### ANTECEDENTES

La fresa (*Fragaria ananassa*) es un fruto no climatérico, que a pesar de las excelentes características organolépticas es un fruto muy perecedero, debido a su alta tasa de respiración y limitada vida post-cosecha, reduce su vida útil para la comercialización como producto fresco. Los factores que influyen en la calidad y en las pérdidas post-cosecha de la fresa, están relacionados con los daños que se produce durante el manejo de la cosecha y transporte, temperatura inadecuada y empaques no apropiados [1]. De los principales problemas que presenta la fresa es el ablandamiento durante el proceso de maduración y senescencia, este ablandamiento está relacionado con las alteraciones bioquímicas por enzimas que degradan las estructuras de la pared celular [2].

Alternativas para extender la vida post-cosecha de frutos es la aplicación de técnicas como atmósferas modificadas, aplicación de calcio, irradiación y refrigeración. Entre las más utilizadas, se encuentran los recubrimientos comestibles, las cubiertas plásticas semipermeables; que además de utilizarlos como empaque, mantienen alta humedad relativa [3] [4] [5].

El quitosán puede formar recubrimientos semipermeables, que pueden modificar la atmósfera interna, lo que retrasa la maduración y la disminución de las tasas de transpiración en las frutas y hortalizas. Las películas

de quitosán son las barreras de oxígeno claras, duras, flexibles [6]. La amplia aplicación de quitosán como material de recubrimiento comestible es asociada a su buena biocompatibilidad, biodegradabilidad, la actividad antibacteriana y antifúngica.

Los extractos cítricos son sustancias multicomponentes dentro del fruto y tienen funciones biológicas específicas. Al extraerse se modifican para encontrar diversos usos en la industria, siendo uno de los más recientes, el de agente bactericida y fungicida [7].

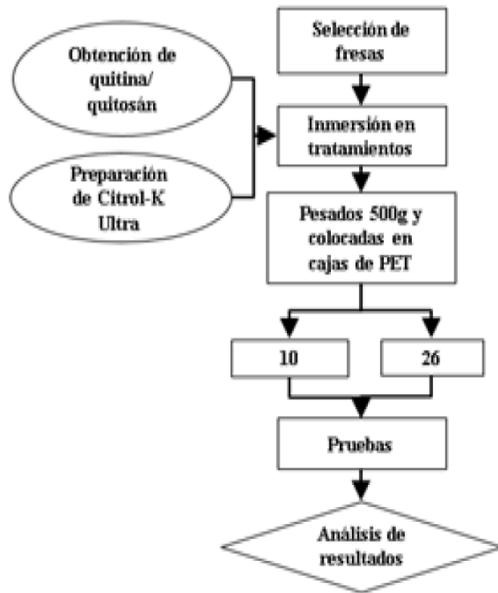
En el proyecto se realiza una comparativa del uso potencial entre el recubrimiento de quitosán y un desinfectante a base de extractos cítricos para poder aplicarlo en fresa (*Fragaria ananassa*) para que esta pueda llegar a ser comercializada sin la problemática del crecimiento microbiano que se desarrolla durante su almacenamiento.

### OBJETIVO

Comparar el efecto del quitosán contra un tratamiento a base de extractos cítricos, a través de parámetros de calidad de la fresa para conocer cual tratamiento prolonga más la vida útil.

**METODOLOGÍA**

Diagrama de metodología implementada



**METODOLOGÍA**

Parámetros	Prueba	Técnicas
Fisiológicos	Pérdida de peso	Balanza analítica
Físicos	Tamaño	Medición con vernier
	Color	Colorímetro
	Dureza	Penetrómetro manual
Fisicoquímicos	Sólidos solubles	Refractómetro ABBE
	pH	Potenciómetro
	Acidez	Acidez Titulable
Químicos	Vitamina C	Valoración visual oxido métrica del ácido ascórbico
Microbiológicos	Calidad microbiológica	Placas 3M* Petrifilm

Tabla 1. Métodos realizados en la experimentación

Se realizó un diseño estadístico factorial de 3x2 y 3x2x2 con análisis ANOVA, estudiando los efectos individuales y los efectos de interacción entre los factores

**RESULTADOS PRINCIPALES**

Se pudo observar que las fresas en ambos tratamientos ayudaron a preservar el fruto, las bajas temperaturas mostraron en ambos tratamientos efectos positivos en pruebas como pH y acidez titulable; sin embargo en la pérdida de peso y color, fueron ligeramente más favorables los recubrimientos de extractos cítricos, y en el caso de sólidos solubles, Firmeza, Vitamina C y pruebas microbiológicas el quitosán mostro ser más favorable al fruto.

Los efectos de quitosán en las fresas se ven marcados a partir del cuarto día, ya que existe una pequeña adaptación al medio del recubrimiento [8], en comparación las fresas con extractos cítricos los cuales tuvieron una adaptación mucho más rápida.

**CONCLUSIONES**

Los tratamientos de Citrol-K Ultra y Quitosán retardan a diferentes velocidades la maduración de la fresa bajo las dos condiciones de almacenamiento establecidas en el trabajo, ayudando a mantener las características deseables por un mayor periodo. Los tratamientos pueden ser utilizados de acuerdo al fin que tenga el fruto.

**REFERENCIAS**

[1] Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Valle, V., Velez, D., & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria x ananassa) quality during refrigerated storage. Food Chemistry, 110(2), 428-435.

[2] SISTEMA PRODUCTO FRESA CONSEJO NACIONAL DE LA FRESA, A.C. <http://conafresa.com.mx/>

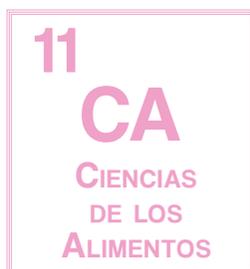
[3] Baka, M., Mercier, J., Corcuff, R., Castaigne, F., & Arul, J. (1999). Photochemical Treatment to Improve Storability of Fresh Strawberries. Journal Of Food Science, 64(6), 1068-1072.

[4] Aider, M. (2010). Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. LWT - Food Science And Technology, 43(6), 837-842.

[4], [5] Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V., & Moldão-Martins, M. (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (Fragaria ananassa cv Camarosa) under commercial storage conditions. LWT - Food Science And Technology, 52(2), 80-92.

[6] Miranda, P., Lizárraga, E. (2012). Is Chitosan a New Panacea? Areas of Application (1st ed.). INTECH Open Access Publisher. 3-436pp.

Devlieghere, F., Vermeulen, A., & Debevere, J. (2004). Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. Food Microbiology, 21(6), 703-714.



## Análisis físico de almidón aislado de seis genotipos de maíz obtenidos mediante dos métodos

. M.C. Valderrama-Bravo,<sup>1,2</sup> M.E. Ramírez-Ortiz<sup>2</sup>, M.Y. Quezada-Viay<sup>3</sup>, S. Villeda-Martínez<sup>1</sup>, E. San Martín Martínez<sup>4</sup>, J.A. Oaxaca-Luna<sup>2</sup>

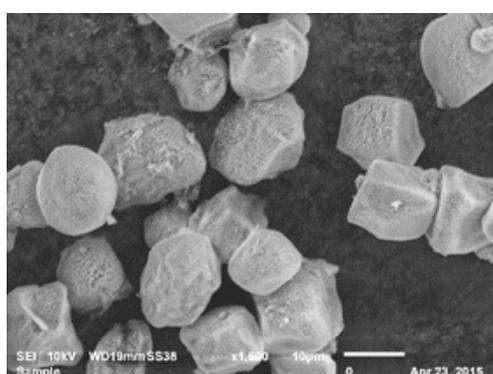
<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES Cuautitlán UNAM.

<sup>2</sup>Unidad de Investigación en granos y semillas (UNIGRAS), FES Cuautitlán UNAM.

<sup>3</sup>Departamento de Matemáticas, FES Cuautitlán UNAM,

<sup>4</sup>Laboratorio de prueba físicas, CICATA-Legaria-IPN

Correo: : [carmenvalde@yahoo.com.mx](mailto:carmenvalde@yahoo.com.mx) / [spmuncunam55@gmail.com](mailto:spmuncunam55@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN:

Las propiedades del almidón y sus aplicaciones son afectadas por el método para aislarlo, por lo tanto el objetivo fue evaluar cambios en el perfil de viscosidad y color en almidón de seis genotipos de maíz aislado con NaOH y solución de sacarosa. Se emplearon seis genotipos de maíz en dos lotes para aislar el almidón. En el primer lote se aisló almidón con sacarosa (método 1) y en el segundo con NaOH (método 2). Al almidón aislado se evaluó el perfil de viscosidad y color ( $L^*$  y  $C^*$ ). Los almidones obtenidos por el método 2 tuvieron una máxima viscosidad entre 5999-6417 cP, mientras que los del método 1, 1175-2765 cP. Los valores más altos de  $L^*$  y  $C^*$  fue para los almidones aislados por el método 1. El almidón obtenido por el método 1 podría ser usado como agente espesante, mientras que los del método 2 como agente gelificante.

### ANTECEDENTES

El maíz es la fuente más abundante del almidón de la que se dispone actualmente y es de alta disponibilidad a través de procesos biotecnológicos [1]. Los almidones nativos se utilizan como reguladores y estabilizadores de la textura de los alimentos, así como espesantes y gelificantes; sin embargo, las propiedades del almidón y sus aplicaciones son afectadas por el método para aislarlo [2]. El método de molienda húmeda tiene una alta eficiencia de producción, pero hay contaminación del sulfuro. Al respecto, [3] proponen un nuevo agente reductor (L-Cisteína) combinado con un método ácido de extracción de almidón de maíz. Los autores observaron incremento en el poder de hinchamiento del almidón y cambios en las propiedades de pasta. Por lo anterior, el método de extracción de almidón modifica las propiedades físicas y químicas del almidón lo cual podría mejorar la textura y características de cocción de sus productos.

### OBJETIVO

Evaluar los cambios en el perfil de viscosidad y color en almidón de seis genotipos de maíz aislado con NaOH y solución de sacarosa para su posible aplicación como aditivo.

### METODOLOGÍA

Seis genotipos de maíz fueron donados por el INIFAP (Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria) tres líneas agronómicas M-54, M55 y CML-242, dos cruza M54xM55 y M55xM54 y un híbrido H-70 (cruza de CML-242 y M55xM54). Los maíces fueron limpiados y separados de cualquier grano roto o en mal estado. La extracción de almidón se realizó por dos métodos; el primero fue con solución de sacarosa, siguiendo la metodología de [4]. El segundo método fue realizado con una solución de NaOH y el procedimiento se realizó como lo reportaron [5]. Las propiedades de pasta de las suspensiones de almidón aislado de los seis genotipos preparadas al 11.7% fueron evaluadas en un Viscoanalyzer RVA. El color de los geles fue determinado en un colorímetro Minolta CR 300. Los parámetros de color correspondientes al espacio de color uniforme CIELAB ( $a$ ,  $b$  y  $L^*$ ) fueron obtenidos directamente del equipo. También se calculó el valor del croma  $C^*$ . Se determinó la sinéresis de los geles formados tras medir las propiedades de pasta con el porcentaje de agua liberada por diferencia de peso al día 2 y al día 8 de su preparación y la dureza por una prueba de TPA en un TA-XT2 con cilindro de  $\frac{1}{4}$  in.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados del perfil de viscosidad, máxima viscosidad, Breakdown, viscosidad final y setback mostraron diferencia significativa entre el método 1 y el método 2 ( $p < 0.5$ ). En la figura 1 se muestra la gráfica de máxima viscosidad res-

pecto a los diferentes genotipos para los dos métodos. Se observa que los almidones obtenidos por el método 2 con NaOH, tuvieron los valores más altos de viscosidad, además que no hubo diferencia significativa entre los tipos de maíz. Sin embargo, en el método 1 con sacarosa si hubo diferencia significativa entre los tipos de maíz, siendo el H70 el que obtuvo el valor más bajo de viscosidad (1175cP).

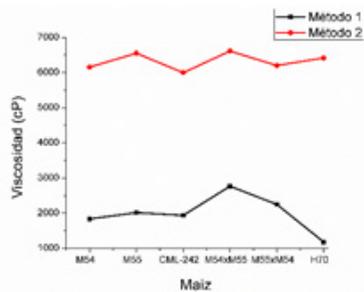


Figura 1. Viscosidad máxima de suspensiones de almidón de maíz aislado por dos métodos

Los resultados de color de L\* y C en los geles (Fig. 2) muestran que hay diferencia ( $p < 0.5$ ) entre el método de aislamiento y el tipo de almidón de maíz. El valor de L\* muestra que el método 1 genera almidones más claros, mientras que el valor de C, nos indica que los almidones tienden a ser de color pálido.

En la sinéresis (Fig. 3) arroja que el método 1 alcanza un mayor valor este parámetro el día 1 dado que forma geles débiles (muestras CML-242, M54xM55 y H70), sin embargo, después de 8 días el método 2 es donde hay mayor líquido liberado, debido a la retrogradación de los almidones en los geles fuertes que se forman con él. En la dureza (datos no mostrados) el método 2 genera geles hasta 10 veces más duros que el método 1 y el almacenamiento por 8 días también incrementa este parámetro por la retrogradación que los almidones sufren y esto es consistente con los datos de sinéresis.

**CONCLUSIONES**

Los valores de máxima viscosidad del método 2 fue mayor para el almidón M54xM55 (6615 cP), mientras que en el método 1 fue de 2765 cP, mostrando una disminución en viscosidad del 58.20%.

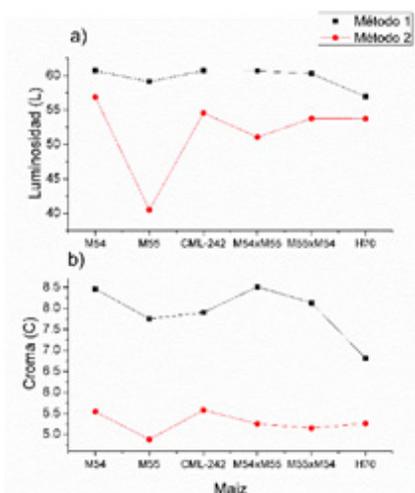


Figura 2. Color de almidones de maíz aislado por dos métodos a) Luminosidad, b) Cromo

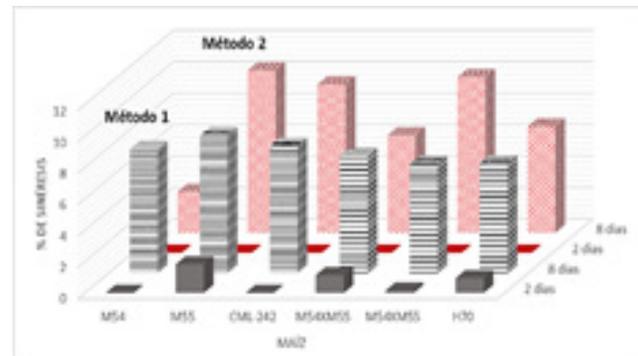


Figura 3. Porcentaje de sinéresis de almidones de maíz aislado por dos métodos

Con respecto al color, con el valor de L\* mayor en los almidones del método 1, muestran un color que tiende más al blanco.

Los almidones obtenidos por el método 1 con sacarosa pueden ser aplicados como agentes espesantes, mientras que los del método 2 podrían ser aplicados como agentes gelificantes. De acuerdo con los resultados de dureza y sinéresis.

**AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Proyecto PAPIME PE108316 por el apoyo para la realización de la investigación.

**REFERENCIAS**

- [1] M. García, M. Quintero (2004). Biotecnología alimentaria. Limusa, México.
- [2] C.L. Doki, C. C. Dap, C.V. Krstono, C.P. Doki, M. HadnaCev. Food Hydrocolloids, 43 (2010) 172.
- [3] X. Li, Ch. Wang, F. Lu, L. Zhang, Q. Yang, J. Mu, X. Li. Food Hydrocolloids, 44 (2015) 353.
- [4] R. Goldgerg (1985). Cell-wall isolation, general growth aspects, in: Linkens, H. F., Jackson, J. F (Eds). Modern methods of plant analysys: cell components. Springer-Verlag, Berlin.
- [5] P.Pineda-Gómez, D. F. Coral, D. Ramos-Rivera, A. Rosales-Rivera, M. E. Rodríguez-García. Procedia Food Science 1 (2011) 370.



## Evaluación del envejecimiento y efecto antibacterial de un bioplástico de mucílago de nopal (*O. Joconostle*)

Fabiola López García<sup>1</sup>, Raúl Delgado Macuil<sup>2</sup>, Cristian Jiménez Martínez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Carpio y Plan de Ayala s/n Colonia Santo Tomás. México D.F.

<sup>2</sup>Centro de investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. Carretera Estatal Tecuexmac-Tepetitla Km. 1.5. Ex Hacienda San Juan Molino, Municipio de Tepetlixpa de Lardizabal, Tlaxcala

Correo: [fabiolalg410@hotmail.com](mailto:fabiolalg410@hotmail.com)/ [spmcunam55@gmail.com](mailto:spmcunam55@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN:

El uso indiscriminado de empaques sintéticos que provienen de hidrocarburos, para la preservación y protección de alimentos y bebidas, ha generado serios problemas ecológicos contribuyendo a la contaminación ambiental, provocada por la gran cantidad de desechos sólidos, plásticos, vidrio y fibras de carbón de baja degradabilidad. En la búsqueda de nuevas alternativas en la generación de bioplásticos el presente trabajo tubo la finalidad de desarrollar películas biopoliméricas compuestas por mucílago de nopal (*Opuntia joconostle*) obtenido por dos métodos: directo (MD) y mucílago extraído (ME), almidón de maíz, alcohol poli vinílico, quitosan y glicerol. Elaboradas en tres diferentes espesores y obtenidas por el método de fundición y evaporación de solvente así mismo se evaluó el envejecimiento e inocuidad del material, encontrando la "huella digital" química del bioplástico y su inocuidad del material de los microorganismos en estudio (*E. Coli*, *Salmonella enterica*, *L. Monocytogenes* y *S. Aureus*



Bioplástico desarrollado con mucílago de nopal xoconostle.

### ANTECEDENTES

Existen pocas investigaciones realizadas con mucílago de nopal en la elaboración de películas y recubrimientos comestibles y en su mayoría están relacionadas con la especie *Opuntia ficus indica*. Por ejemplo se han estudiado las propiedades mecánicas de geles formados por mezclas de mucílago (*Opuntia ficus indica*) y carrageninas, en donde el mucílago mejoró la elasticidad en la mezcla de geles [1].

También se han desarrollado películas comestibles de nopal (*Opuntia ficus indica*) para extender la vida útil de anaquel de la fresa, mediante la formulación de dos tratamientos que consistieron en extracto puro de mucílago y extracto de mucílago al 5% (v/v) con glicerol como plastificante para determinar sus efectos sobre el color, la textura y la calidad sensorial del fruto [2].

Pero este tipo de películas comestible han presentado características de fragilidad y rigidez por la falta de un plastificante adecuado [3]. Por ello se han desarrollaron películas comestibles con la mezcla de otros componentes para conseguir características específicas en la película final. La interacción con otros componentes como almidones de un alto contenido de amilosa se ha observado que la permeabilidad al vapor de agua se ve afectada por el espesor, la temperatura y el contenido de plastificante [4].

Y con la adición de dióxido de silicio y poli alcohol vinílico se ha encontrado que la miscibilidad y compati-

bilidad entre el almidón y el APV se incrementan cuando se adicionan las nano partículas de SiO<sub>2</sub> debido a la formación de enlaces químicos C-O-Si y la compatibilidad entre el almidón y alcohol poli vinílico, generando una reticulación que favorece en gran medida la resistencia al agua y el mejor desempeño en cuanto a las propiedades mecánicas [5].

El desarrollo de películas con más de tres compuestos (quitosan, alcohol poli vinílico, pectina) han logrado con éxito la formación de un polielectrolito complejo entre la pectina y el quitosan y el uso potencial de la mezcla como material universal para envases de alimentos [6]. En el presente trabajo se desarrolló una película biopolimérica de mucílago de nopal xoconostle (*Opuntia joconostle*), almidón de maíz, alcohol poli vinílico, quitosan y glicerol, que mantenga la ventaja de la funcionalidad de los materiales que la componen a través de su caracterización.

### OBJETIVO

Desarrollar y caracterizar su envejecimiento e inocuidad de una película biopolimérica basada en mucílago obtenido de nopal xoconostle y almidón de maíz como matriz principal, quitosan como agente antimicrobiano, poli alcohol vinílico para mejorar propiedades de barrera y el uso de glicerol como agente plastificante.

## METODOLOGÍA

La película biopolimérica fue obtenida por el método de fundición y evaporación de solvente [4][6][7]. La mezcla de componentes con una integridad estructural contiene almidón 30%, mucílago 25%, glicerol 20%, quitosan 13% y alcohol poli vinílico 12% (en película seca en base seca). Se inició con la incorporación del almidón gelatinizado a 70°C en baño maría y agitación constante (450 rpm) posteriormente se incorporó el alcohol poli vinílico, el mucílago (variando entre el mucílago extraído y directo), el quitosan y glicerol, se agitaron por 5 min, aún caliente se filtró utilizando tela de nylon para retirar las partículas mayores que se generaron en el proceso, posteriormente se utilizó un filtro de 1  $\mu\text{m}$ . Se agitó a 22°C  $\pm$  2°C durante 2 h y se dejó en reposo a 4°C durante 24 h, posteriormente se hizo el vaciado en cajas Petri de vidrio de 9 cm de diámetro (Pyrex) utilizando 25, 35 y 50 ml de esta solución filmogénica, obteniéndose un total de 6 películas con la siguiente nomenclatura de estudio MD25, MD35 y MD50 para mucílago directo y ME25, ME35 y ME50 para mucílago extraído estos volúmenes se tomaron como base para variar el espesor final de la película. Se colocaron en una cámara de secado (Barnstead Lab-line) a 35°C 48 h. Se removieron de las cajas Petri y se almacenaron en desecador y a 22°C  $\pm$  2°C y a temperatura ambiente en bolsas de polietileno para su posterior análisis.

### Evaluación del envejecimiento por IR-TF.

Para los estudios de FT-IR se utilizó un equipo BRUKER modelo VERTEX70 (USA) con una resolución de 4  $\text{cm}^{-1}$ , en el modo de reflectancia total atenuada en la región del mediano infrarrojo, utilizando un cristal de ZnSe; el software empleado por el equipo fue Opus versión 6.5. Los datos se graficaron mediante el software Origin versión 8, USA.

### Propiedades antimicrobianas.

El análisis microbiológico de las películas biopoliméricas se realizó por el método Kirby-Bauer [8]. Las películas se cortaron en círculos de 0.5 cm de diámetro y se esterilizaron por medio de luz ultravioleta por treinta minutos colocándose posteriormente en tubos de vidrio con tapa. Se crecieron las cepas de patógenos en caldo Müeller-Hinton por 16 h a 37°C, después se ajustó su absorbancia a 0.5 (aproximado 108 ufc/mL) a 640 nm, se tomó 1 mL de cada cepa de patógeno y se distribuyó en la placa con agar suave Müeller-Hinton (1% p/v), en las placas se colocaron discos estériles de 5 mm de las películas a probar sobre la superficie de la placa. Las placas se incuban por 24 h a 37°C, se procedió a observar si hubo halos de inhibición. Se trabajó en una campana de flujo laminar vertical HB-2448. Se probaron las películas por triplicados contra: *Salmonella enterica* Serovar typhimurium, *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Escherichia coli* ATCC 43895, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 del laboratorio de Bacteriología Médica de la ENCB. *Staphylococcus aureus* FRI 134 donado por el Food Research Institute, UK.

## RESULTADOS PRINCIPALES

### Infrarrojo por ATR.

La espectroscopia de FT-IR fue usada para analizar el comportamiento de los grupos funcionales de la base polimérica y permitió observar 6 grupos principales (figura 1), uno a 3282  $\text{cm}^{-1}$ , que es una banda ancha representativa del estiramiento del grupo OH del Almidón y el APV, a 2927  $\text{cm}^{-1}$  se presentó la curva característica de la vibración del grupo CH<sub>2</sub>-OH intermolecular y enlaces de hidrógeno del almidón. A 1565  $\text{cm}^{-1}$ , corresponde a la vibración de estiramiento del grupo amida I, NH de flexión; también se observa una banda asociada con las vibraciones asimétricas de COO- a 1409  $\text{cm}^{-1}$ , y por último a 571  $\text{cm}^{-1}$  corresponde a la vibración de estiramiento de C-N del grupo amina [5], de las medidas tomadas a través de 180 días no se presentaron corrimiento de las bandas en las dos condiciones (desecador y temperatura ambiente 22°C  $\pm$  2°C). En las Figuras 1 solo tomamos como referencia a las películas de MD y ME a 35 ml de volumen de vaciado, ya que los otros dos volúmenes (25 y 50 ml) presentaron características similares de estabilidad simétrica en las bandas. Es decir no se producen deformaciones en los enlaces y la película fue estable por el tiempo en estudio tanto a temperatura ambiente como en desecador quedando su huella digital química perfectamente establecida.

### Análisis Microbiano

Las películas biopoliméricas tanto de MD como de ME (figura 2) no presentaron capacidad antimicrobiana, aunque tiene una gran ventaja sobre otros materiales de origen orgánico, ya que la película no presentó contaminación o crecimiento de los microorganismos probados, presentando características inocuas.

La falta de inhibición pudo deberse a la integración de componentes, al proceso de desarrollo de las películas o al envejecimiento ya que el análisis se realizó después de los 180 días de las mediciones en infrarrojo. Un análisis que debe considerarse posteriormente es el uso de cepas de hongos patógenos, ya que en la fase de secado de la película se tuvo contaminación por hongos, esta característica se observó después de haber cosechado el cladodio en época de fertilización de la planta, existe la posibilidad de que haya sido debido a eso, ya que la fertilización se efectúa con abono orgánico (estiércol de vaca) y pudo haber contaminado la muestra. Además sería importante realizar un análisis microbiológico de vida de anaquel del bioplástico

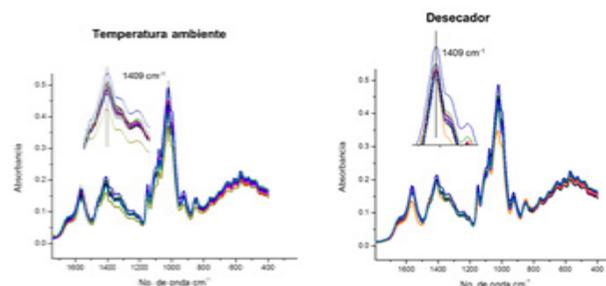


Figura 1.(A) Espectro de absorción de películas a temperatura ambiente de MD y ME. (B) Espectro de absorción de películas en condiciones de desecador y controladas de MD y ME

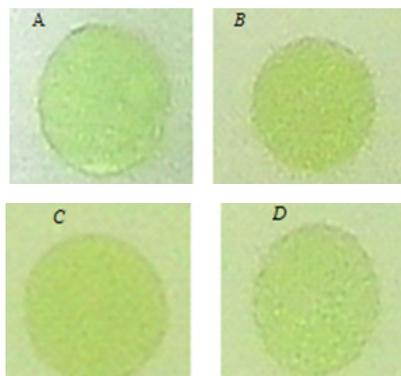


Figura 2. A) E. Coli, B) Salmonella enterica, C) L. Monocytogenes y D) S. Aureus, en los cuales no se observó alo de inhibición

## CONCLUSIONES

Se obtuvieron dos tipos de películas biopoliméricas, según el tipo de mucílago extraído (ME) o directo (MD) con 3 volúmenes de vaciado, que dio origen a 3 diferentes espesores, para cada tipo de mucílago empleado. La viabilidad de utilizar el mucílago directo MD en relación con el ME da como valor agregado que no existe diferencia entre las propiedades analizadas. Además, ayuda a evitar el uso de grandes cantidades de disolvente para las extracciones del mucílago. Se obtuvo un bioplástico inocuo. La obtención de una película biodegradable permitirá obtener bioplásticos amigables con el medio ambiente, además de ser una alternativa tecnológicamente viable, para el aprovechamiento de productos autóctonos de bajo uso y valor comercial lo que permitirá disminuir costo de manufactura de productos con un mayor valor agregado.

Agradecimientos. Se agradece al CONACYT por el apoyo económico otorgado para la realización de este proyecto y al M. en C. Orlando Zaca Moran del CIBA Tlaxcala por las facilidades para realizar los análisis de infrarrojo.

## REFERENCIAS

- [1] Siedentopp, U. (2008). El jengibre, una planta medicinal eficaz como medicamento, especia o infusión. *Revista Internacional de Acupuntura*, 2, 188-192.
- [2] Bartley, J. P. & Jacobs, A. L. (2000). Effects of drying on flavor compounds in Australian-grown ginger (*Zingiber Officinale*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 209-215.
- [3] Chen, C., Kuo, M., Wu, C., & Ho, C. (1986). Pungent Compounds of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Extracted. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34(3), 447-480.
- [4] Stoilova, I., Krastanov, A., & Stoyanova, A. (2007). Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chemistry*, 102, 764-770.
- [5] Shukla, Y., & Singh, M. (2007). Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 683-690.
- [6] Cámara Nacional de la Industria Panificadora y Similares de México (CANAINPA). (15 de Septiembre de 2009). *Revistas Énfasis*. Obtenido de *Énfasis Alimentación*: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/14325-Situacion-del-sector-de-panificados-en-México>

13  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## EMPLEO DE JENGIBRE EN POLVO PARA PRODUCTOS DE PANADERÍA.

Araceli Osorio Sánchez, Araceli, Jesisca Nayeli Márquez López, Sandra Margarita Rueda Enríquez, Leticia Figueroa Villarreal, Enrique Martínez Manríque.

Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1, UNAM

Correo: husky.araoz@gmail.com./ spmcunam55@gmail.com



### INTRODUCCIÓN:

El jengibre es una planta y al tallo de esta se le denomina rizoma el cual contiene gingeroles y shogaoles que aportan beneficios a la salud, como ayudar a la digestión, diabetes y prevenir la formación de coágulos en la sangre [1].

México ocupa uno de los primeros lugares en obesidad, esto en gran parte se debe al alto consumo de productos de panadería, por lo que se propuso elaborar productos adicionados con jengibre.

Para la elaboración de productos de panadería se utilizó jengibre en polvo, para ello el rizoma fue sometido a un secado con temperatura de 60°C, con el fin de no dañar los compuestos antioxidantes presentes en el, llevándolo a una humedad del 10%. El jengibre en polvo fue incluido en la mezcla de harinas, a concentraciones de 2%, 3% y 4%, las cuales fueron sometidas a pruebas sensoriales.

### ANTECEDENTES

La planta de jengibre pertenece a la familia Zingiberacea y ha sido extensamente usado como especia y agente saborizante en alimentos por más de 2000 años [2]. La raíz de jengibre y los extractos adquiridos contienen compuestos de polifenol (6-gingerol y sus derivados), que tienen una gran actividad antioxidante [3], similar al TBHQ, BHA y BHT en conjunto [4]. El rizoma de jengibre fresco contiene gingerol, el cual se convierte a zingeron y shogaol después del secado. Los gingeroles son componentes no volátiles, por lo cual no se ven tan afectados por la temperatura, sin embargo el rizoma a altas temperaturas puede llegar a perder la mayoría de los compuestos fenólicos, además de dañar las células.

La importancia nutricional del jengibre reside en su amplísimo espectro de aceites esenciales (2,5-3%) y sustancias picantes no volátiles [1]. En muchos países, especialmente en India y China, el jengibre fresco se usa para preparar vegetales y platos de carne y como aromatizante en bebidas y muchas otras preparaciones de alimentos [5].

En México el rizoma principalmente es usado en infusiones, pero no es incluido comúnmente en la dieta de mexicanos, sin embargo los productos de panadería son consumidos con regularidad alrededor de 32.5 kg al año [6].

### OBJETIVO

Elaboración de jengibre en polvo para su empleo en diferentes productos de panadería, con el fin de obtener un producto funcional y agradable al paladar

### METODOLOGÍA

Para la elaboración del polvo de jengibre y utilizarla en diferentes productos de panadería fue necesario someterlo a un proceso de secado el cual consistió en secar 100 g de los rizomas pelados y cortados en rodajas de 7 mm de espesor, en un horno de secado modelo HFD-48 a T=60°C pesando las rodajas cada 20 minutos durante 6 horas. Una vez secas las rodajas de jengibre con un 10% de humedad, se molieron en un molino de café KRUPS GX4100. Posteriormente se pasaron por un tamiz No. 60.

Para la elaboración de diferentes productos de panadería se varió la relación de harinas trigo-centeno (60-40 y 40-60%), así como el tipo de leudante (levadura y bicarbonato) y la concentración de jengibre (2, 3 y 4%); el cual se adicionó al porcentaje de harinas. En la Figura 1 se describe el proceso que se llevó a cabo para la elaboración de productos de panificación utilizando bicarbonato como leudante.

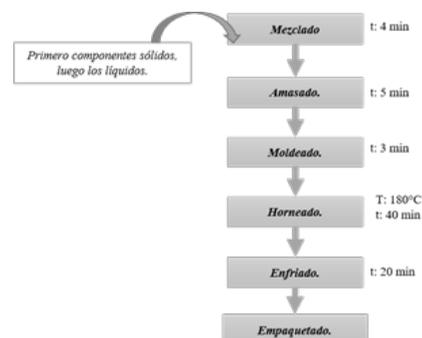


Figura 1. Diagrama de bloques para la elaboración de productos de panificación.

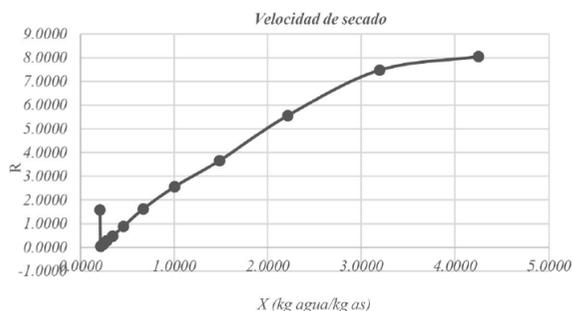


Figura 2. Curva de velocidad de secado del rizoma de jengibre.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La curva de velocidad de secado (Figura 2) nos indica que para llegar a una humedad del 10% son necesarias 3 horas.

En la Tabla 1 se describen las observaciones con respecto al tipo de leudante utilizado. Las observaciones obtenidas no fueron agradables al paladar ya que además de ser productos muy duros, tenían un sabor amargo.

Tabla 1. Observaciones con respecto al leudante y jengibre

Leudante	Jengibre	Observaciones
Bicarbonato	2%	Mayor volumen y ligero sabor picante
	3%	Volumen aceptable y pan color verdoso
	4%	Volumen, color y sabor agradable
Levadura	2%	Recomendable para elaboración de pizzas
	3%	Volumen pequeño y moderadamente amargo
	4%	Volumen pequeño y fuertemente picante

## CONCLUSIONES

La utilización del centeno en mezcla con jengibre hace que los productos tengan un sabor amargo y picante conforme las concentraciones aumentan, también al utilizar levadura se intensifica el sabor del jengibre, haciendo que los productos sean altamente picantes, amargos y duros.

Por ello se recomienda utilizar bicarbonato como leudante, y disminuir la proporción de centeno ya que se observó que los productos presentaban un volumen adecuado, un color apetecible y un sabor agradable.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos bajo la supervisión de los profesores que imparten el TMIA: Desarrollo de Productos Alimenticios

## REFERENCIAS

- [1] Medina-Torres, L., Brito-De La Fuente, E., Torrestiana-Sanchez, B., & Alonso, S. (2003). Mechanical properties of gels formed by mixtures of mucilage gum (*Opuntia ficus indica*) and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 52(2), 143-150.
- [2] Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A., & Galotto, M. J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, 91(4), 751-756.
- [3] Espino-Díaz, M., De Jesús Ornelas-Paz, J., Martínez-Téllez, M. A., Santillán, C., Barbosa-Cánovas, G. V., Zamudio-Flores, P. B., & Olivas, G. I. (2010). Development and Characterization of Edible Films Based on Mucilage of *Opuntia ficus-indica* (L.). *Journal of Food Science*, 75(6), E347-E352.
- [4] Bertuzzi, M. A., Castro Vidaurre, E. F., Armada, M., & Gottifredi, J. C. (2007). Water vapor permeability of edible starch based films. *Journal of Food Engineering*, 80(3), 972-978.
- [5] HanGuo X., X.; Shangwen T.; Huali T.; Peng Z. 2008. The structure and properties of a starch-based biodegradable film. *Carbohydrate Polymers*, 71(2), 263-268.
- [6] Tripathi, S., Mehrotra, G. K., & Dutta, P. K. (2010). Preparation and physicochemical evaluation of chitosan/poly(vinyl alcohol)/pectin ternary film for food-packaging applications. *Carbohydrate Polymers*, 79(3), 711-716.
- [7] Pinotti, A., García, M. A., Martino, M. N., & Zaritzky, N. E. (2007). Study on microstructure and physical properties of composite films based on chitosan and methylcellulose. *Food Hydrocolloids*, 21(1), 66-72.
- [8] J. Biedenbach, ZAPS Study Group Medical Centers. (2001) *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, Volume 40, Issues 1-2, April-May, Pages 59-66.

## Obtención y caracterización química de harina compuesta de plátano verde (*Musa cavendishii*) variedad Chiapas

D. Rivero-Urquía, S. García-Suarez, L. Figueroa-Villarreal, S. M. Rueda-Enríquez, E. Martínez-Manrique  
Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos, FES Cuautitlán UNAM.

Correo: di\_arai@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN:

El plátano es un fruto que sufre un proceso acelerado de oxidación provocando un color desagradable. Por tal razón el objetivo de este trabajo fue establecer las mejores condiciones de escaldado y secado para la obtención de harina compuesta de plátano. Se emplearon mezclas de antioxidantes: metabisulfito de sodio 0.01%-ácido cítrico-0.5%, metabisulfito de sodio 0.01%-ácido ascórbico 0.5% y metabisulfito 0.015% a tres tiempos de inmersión (5, 7 y 10 min) y temperatura ambiente. El secado se llevó a cabo a (60 y 65°C) hasta una humedad final del 10%, se molió y tamizó. Al producto obtenido se le determinó diferencia de color para seleccionar las mejores condiciones de secado. Finalmente se analizó químicamente la harina del tratamiento seleccionado. La combinación de ácido ascórbico-metabisulfito de sodio a 10 minutos de inmersión y temperatura de secado de 65°C arrojó los resultados más favorables en la disminución del oscurecimiento del plátano durante el secado.



Figura No.1 Plátano Chiapas

### ANTECEDENTES

El plátano variedad Chiapas (*Musa cavendishii*) es una de las frutas más consumidas en México, se encuentra disponible los doce meses del año y tiene una distribución más o menos homogénea [1]. El plátano ofrece grandes beneficios a la salud; ayuda a la retención de calcio, nitrógeno y fósforo en el cuerpo, los cuales contribuyen en la reconstrucción de tejidos, combate desórdenes intestinales pero lo más significativo es su alto contenido de potasio; que ayuda a disminuir la presión arterial y reduce el riesgo de enfermedades cerebrovasculares. Una de las tendencias alimenticias actuales es desarrollar alimentos funcionales que cumplan con características de un alimento convencional, haciendo estos más agradables para el consumidor, al mismo tiempo que previenen enfermedades crónicas. De acuerdo al INEGI en México 37.8% de las muertes son debido a enfermedades crónicas provocadas en su mayoría por el tipo de alimentación y el ritmo de vida. Sin embargo, estudios han demostrado que se pueden elaborar productos de panificación con harina de plátano tales como: espagueti, galletas, pan, cereales y botanas, asegurando obtener un producto de calidad y con características similares a los originales. Por lo que el proceso de elaboración de harina compuesta de plátano verde se vuelve una gran alternativa para el aprovechamiento de la merma que tienen los productores de este fruto en México.

### OBJETIVO

Establecer las mejores condiciones de escaldado y secado de plátano Chiapas, utilizando mezclas de antioxidantes (metabisulfito de sodio 0.01%-ácido cítrico0.5%, metabi-

sulfito de sodio0.01%-ácido ascórbico0.5% y metabisulfito 0.015%) tiempo de inmersión (5,7 y 10 minutos) a temperatura ambiente y temperatura (60 y 65°C) en el secado, hasta llegar a una humedad del 10% para la obtención de harina compuesta de plátano sin cambio de color.

### METODOLOGÍA

Se trabajó con plátano (*Musa cavendishii*) variedad Chiapas verde en grado de madurez 1 y 2 obtenido de una tienda comercial de la ciudad de México. El secado y la obtención de la harina compuesta de plátano se realizó como se muestra en la Figura No.2

**Curva de secado:** Se tomó una muestra como testigo y se registró pérdida de peso. Tomando como referencia una humedad inicial de 64.7%.

**Diferencia total de color:** Se analizó con el programa ImageJ, seleccionando 5 puntos de cada tratamiento, con parámetros de color L\* (luminosidad 0=negro y 100=blanco), a\* (-=verde, +a=rojo), b\* (-b=azul, +b=amarillo) de la escala CIELAB. Se realizó un análisis de efectos medios principales en el programa Minitab. La harina compuesta de plátano se analizó químicamente : humedad (Método44-19AOAC 2000), cenizas (Kleem: NMX-F-0661978), proteína (Micro Kjeldahl: Método 47.021.AOAC, 1984), extracto etéreo (Soxhlet: Método NMX-F-089-S-1978), fibra cruda (Kennedy: Método 7.050; AOAC,1984), carbohidratos (Lane y Eynon: NMX-F-312-1978), almidón (Por diferencia), acidez

(Titulación: NMX-F-102-S-1978), pH (Potenciómetro: NMX-F-317-S-1978). [2].

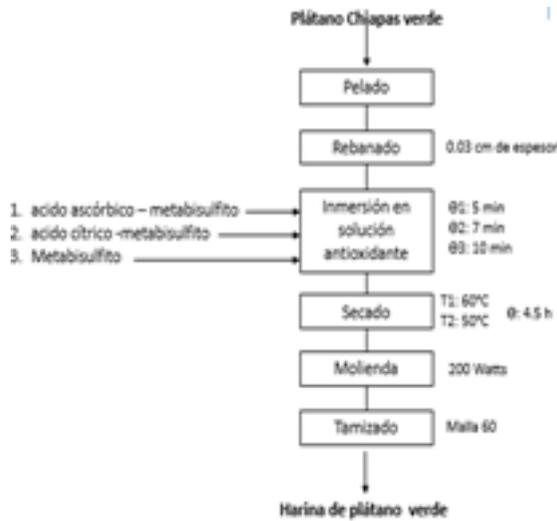


Figura No.2 Diagrama de proceso de harina de plátano.

**RESULTADOS PRINCIPALES**

El análisis estadístico de efectos medios principales de diferencia total de color realizado en el programa Minitab arrojó que el mejor tratamiento es el que presenta los valores más bajos (Figura No.3). El menor tiempo de secado y la mayor pérdida de humedad la presentó el tratamiento realizado con ácido ascórbico 0.5%-metabisulfito de sodio 0.01% con 10 min de inmersión a temperatura de secado de 65°C (Grafica No. 1)

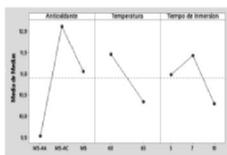
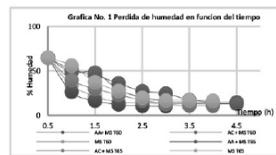


Figura No.3 Grafica de efectos medios principales



Grafica No.1 Curva de secado

Tabla No.1 Composición química de harina de plátano.

Harina de plátano	Humedad %	Proteína %	Lípidos %	Fibra cruda %	Ceniza %	CHOS %	Almidón %
Teórico	9.45	3.32	2.45	1.65	2.10	12.9	68.13
Experimental	10.75	1.76	3.07	2.41	2.015	14.57	65.42

Segun Winarmo en 2013 los niveles de humedad que son seguros para la harina de plátano deben ser <12% para prevenir el crecimiento de hongos. [3]. La humedad obtenida fue de 10.75 y no existe una diferencia significativa con el reportado. El alto contenido de almidón corrobora que el plátano se encontraba en un grado de madurez 2 y 3 (verde) y no existe diferencia significativa entre el valor obtenido experimentalmente y el reportado por Vania Soto Azurdi estudiante de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de Bolivia. [4]

**RENDIMIENTO**

El cálculo de rendimiento se realizó al plátano con cáscara y a la harina proveniente del tratamiento seleccionado.

$$1. \%RHP = \frac{\text{Peso del producto seco}}{\text{Peso del producto humedo}} * 100$$

Tabla No.2 Rendimiento de plátano y harina

	Peso (g)	Rendimiento de harina %
Plátano con cáscara	756.12	31.80
Pulpa de plátano	585	41.10
Harina plátano	240.45	

Según la Norma IRAM 15854, un rendimiento de 50% es un valor aceptable, el valor obtenido de rendimiento de harina con respecto a la pulpa de plátano es bueno al ser muy cercano al 50%.

**CONCLUSIONES**

El mejor tratamiento para la obtención de harina compuesta de plátano fue: metabisulfito 0.01%-ácido ascórbico 0.5%; con 10 minutos de inmersión y secado a 65°C.

**AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación fue realizada Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos en la FESC

**REFERENCIAS**

[1] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2015). Producción en México y el mundo. El plátano SIA Prendes, México. En <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/2/04platanos/contexto-5.html>

[2] [1] AOAC. (1984). Official Methods Of Analysis. Official Anal. Chem. 14 ed. USA, D.C

[3] Winarno, F. G and S.L. Jenie. 1974. Basic preservation sanitation and Poisoning. Department of Technology and Agriculture, Fatemeta, IPB. Bogor

[4] Azurduy, V. (2017). Cuantificación de almidón total y almidón resistente en harina de plátano verde (musa cavendishii) y banana verde (musa paradisíaca). Revista Boliviana, 27(2), pp.5.



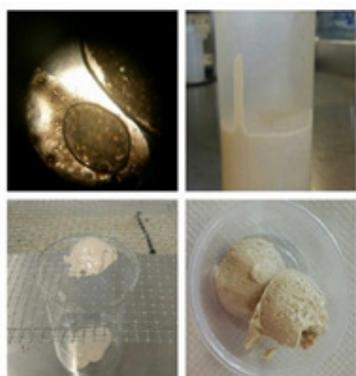
## Aplicación de una base deslactosada con grasa vegetal en la elaboración de helado

O.A, Navarro Z. E, Figueroa V.L, González.B.T, Rueda, E.S, Martínez, M.E.

Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán;

Avenida primero de mayo S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo. México.

Correo: kayomi412@hotmail.com



Pruebas de estabilidad: Tamaño de burbuja y % de derretimiento (lado izquierdo), Base y helado (lado derecho)

### INTRODUCCIÓN:

La intolerancia a la lactosa es un problema de salud que padecen cada vez más personas, caracterizada por la incapacidad de digerir correctamente dicho disacárido, por lo que se tiene la necesidad de desarrollar productos alimenticios adecuados para este grupo de personas. En este trabajo se desarrolló una base deslactosada para helado adicionada con grasa vegetal, para su aplicación en la elaboración de helados dirigidos a personas intolerantes a la lactosa.

Se utilizó leche de soya marca ADES variando la concentración de grasa de coco (15 y 18 %) y los estabilizantes: CMC y algarrobo en proporciones de 50/50, 70/30 respectivamente y sin estabilizantes. Se evaluaron parámetros de estabilidad de un helado elaborado con las formulaciones de la base (% overrun, tamaño de burbuja, % de derretimiento y tiempo de drenado). Los resultados mostraron que la base para helado con las mejores características fue la que contenía 50/50 de estabilizantes y 18% de grasa de coco.

### ANTECEDENTES

La lactosa es el azúcar que se encuentra en forma natural en la leche. Para digerirla, el organismo humano precisa de la enzima lactasa que se produce normalmente en la mucosa intestinal, y que transforma la lactosa en unidades más pequeñas (glucosa y galactosa). La intolerancia a la lactosa se debe a la disminución o ausencia de lactasa en el tracto digestivo, esta deficiencia puede ser congénita, por un error del metabolismo en el que esta enzima falta desde el nacimiento, o adquirida [1].

Muchos productos son elaborados a partir de la leche de vaca sin considerar las necesidades de las personas con problemas de lactosa, ejemplo de ello son los helados.

El helado es un sistema coloidal complejo formado por células de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa dispersos. El desarrollo estructural de éste se obtiene a través de la presencia de macromoléculas en la mezcla, como grasa, proteína y carbohidratos complejos [2,3]. La leche de vaca como ingrediente del helado, desafortunadamente puede hacer un producto lácteo fuera de los límites para muchos consumidores que sufren intolerancia a la lactosa. Por lo tanto, la sustitución de leche de vaca por leche de soya en general ayudaría a resolver los problemas nutricionales relacionados con la leche de vaca: la intolerancia a la lactosa y el alto contenido de colesterol [4]; para sustituir la grasa láctea, es necesario la adición de grasa vegetal, la cual ayuda a la estabilidad de la espuma debido a que interaccionan con las proteínas y los estabilizantes formando una estructura rígida, aunque frágil sobre la superficie de las burbujas de aire impidiendo la salida del aire del helado[5].

Dado esta problemática, sería importante elaborar un subproducto que dé pie a un producto que se consuma a nivel comercial con las mismas características propias de un helado elaborado con ingredientes de origen animal.

### OBJETIVO

Desarrollar una base deslactosada adicionada con grasa vegetal para elaborar helado, con la finalidad de ofrecer un producto como alternativa benéfica y dirigido a personas intolerantes a la lactosa.

### METODOLOGÍA

En base a un diseño estadístico factorial de múltiples niveles se obtuvieron 6 prototipos para la elaboración de base para helado, modificando las concentraciones de grasa de coco (15 y 18%) y las proporciones de estabilizantes en mezcla: CMC-algarrobo (50/50, 70/30 y sin estabilizante) respectivamente; la base se aplicó en la elaboración de helado con la finalidad de conocer la estabilidad en el producto final, para ello se evaluó el % de overrun, tamaño de burbuja, % de derretimiento y tiempo de drenado [6].

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados mostraron que el prototipo2 (50/50 estabilizantes y 18% grasa) fue el que mejor estabilidad presentó. Como se puede observar en la Figura 1 y 2, las interacciones y efectos principales entre dichas variables con respecto al % de overrun, provocaron un

36% de aumento en el volumen, debido a que la mezcla de estabilizantes CMC-Algarrobo al poseer gran capacidad de retención de agua, facilita un correcto batido, mientras que la cantidad de grasa utilizada no tuvo diferencia significativa en esta prueba.

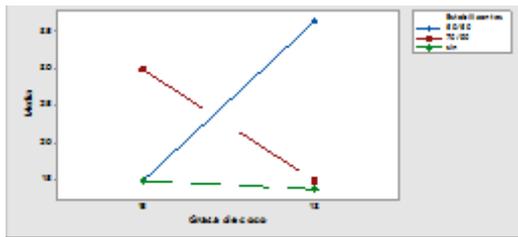


Figura 1. Gráfica de interacción para % de overrun

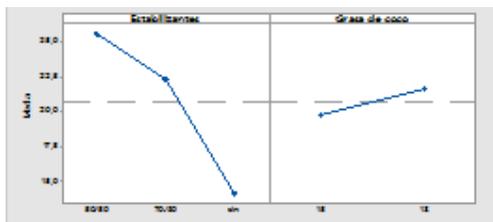


Figura 2. Gráfica de efectos principales sobre % de overrun

Contrariamente se observó inestabilidad en el prototipo sin estabilizante con 18% de grasa, ya que el tamaño de burbuja resultó ser el mayor en comparación con todos los prototipos (Figura 3), al igual que el tiempo de derretimiento (Figura 4), drenando únicamente la grasa, por lo que se interpreta que la falta de estabilizantes no permitió una correcta emulsión entre la grasa y los demás ingredientes.

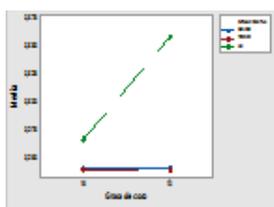


Figura 3. Gráfica de interacción tamaño de burbuja

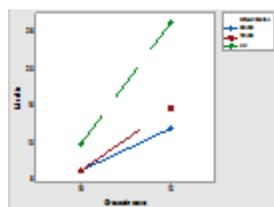


Figura 4. Gráfica de interacción tiempo de drenado

En la Figura 5 se observa que el de derretimiento fue más prolongando y constante para la base con 50/50 de estabilizantes y 18 % de grasa, haciéndola mucho más estable que a las demás formulaciones.

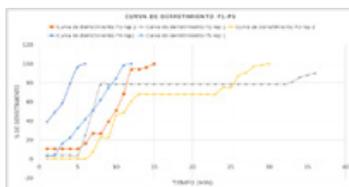


Figura 5. Gráfica de % de derretimiento

**CONCLUSIONES**

El prototipo 2 que contenía 50/50 de estabilizantes y 18% de grasa fue el que presentó mejor estabilidad: con mayor % de overrun, menor tamaño de burbuja y tiempo de drenado, además de menor % de derreti-

miento con respecto al tiempo, por lo tanto se eligió como la mejor base deslactosada en la elaboración de helado

**REFERENCIAS**

[1] Heyman M.B., (2006). Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics* 118 (3), 1279-1286

[2] Adapa S, Dingeldein H, Schmidt KA, Herald TJ. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *J Dairy Sci.* 2000 Oct; 83 (10): 2224-2229.

[3] Goff HD, Freslon B, Sahagian ME, Hauber TD, Stone AP, Stanley DW. Structural development in ice cream dynamic rheological measurements. *J Texture Studies.* 1995; 26 (5): 517-536.

[4] Aboufazli, F., Baba, A. S., & Misran, M.(2014).Effects of vegetable milk on survival of probiotics and rheological and physicochemical properties of bio-ice cream. In International conference on biological and medical sciences (ICBMS´2014) Jan. 15-16,2014 Kuala Lumpur (Malasia).

[5]Rebollo L.A., (2008). Manual de Procedimiento para el desarrollo de un helado reducido en calorías (Tesis. UNAM, México

[6]Ramírez, J., Rengifo, C., y Rubiano, A. (2016).Parámetros de Calidad en Helados. Recuperado de file:///F:/TALLER/helado/parametros%20de%20calidad%20en%20helados.



## Aplicación de una base deslactosada con grasa vegetal en la elaboración de helado

M. V. Robles, M. A. Aguilar, C.N. Quiroz, L. S. Vaca  
 Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada,  
 Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694, Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11500, MÉXICO.  
 Correo: mroblesb1300@alumno.ipn.mx

### INTRODUCCIÓN

La intolerancia a la lactosa es un problema de salud que padecen cada vez más personas, caracterizada por la incapacidad de digerir correctamente dicho disacárido, por lo que se tiene la necesidad de desarrollar productos alimenticios adecuados para este grupo de personas. En este trabajo se desarrolló una base deslactosada para helado adicionada con grasa vegetal, para su aplicación en la elaboración de helados dirigidos a personas intolerantes a la lactosa. Se utilizó leche de soya marca ADES variando la concentración de grasa de coco (15 y 18 %) y los estabilizantes: CMC y algarrobo en proporciones de 50/50, 70/30 respectivamente y sin estabilizantes. Se evaluaron parámetros de estabilidad de un helado elaborado con las formulaciones de la base (% overrun, tamaño de burbuja, % de derretimiento y tiempo de drenado). Los resultados mostraron que la base para helado con las mejores características fue la que contenía 50/50 de estabilizantes y 18% de grasa de coco.

### ANTECEDENTES

Existen muchos estudios que evidencian el rol benéfico que pueden aportar las frutas y hortalizas a los seres humanos, para mantener un buen estado de salud e incluso en tratamientos de diversas enfermedades[1].

El tejocote es una planta mexicana, especie botánica del género *Crataegus*, cuyo fruto ha sido poco estudiado, utilizada comúnmente en la medicina tradicional. Algunos autores atribuyen sus propiedades medicinales a la presencia de fenoles y flavonoides [2].

Un método de extracción de compuestos fenólicos, y otros compuestos bioactivos, es la sonicación. La aplicación del ultrasonido como una técnica para la extracción asistida es un método novedoso. Sus ventajas son mayores en comparación a otras técnicas aplicadas en extracción de metabolitos secundarios, ya que nos ayuda a tener mejores rendimientos, es costo de operación es bajo y es una técnica amigable con el medio ambiente[3].

### OBJETIVO

Extraer y evaluar la actividad antioxidante de compuestos fenólicos de cáscara, pulpa y semilla de *Crataegus mexicana* Moc & Sessé.

### METODOLOGÍA

El fruto se cosechó en el municipio de Texcoco, Estado de México.

Preparación del material vegetal. Se lavó el material vegetal con abundante agua y se sanitizó en una solución de hipoclorito de sodio. Se separaron las partes del fruto: semilla, pulpa y cáscara. Se retiró la cáscara y se despulpó. La pulpa fue congelada inmediatamente con nitrógeno líquido. La semilla y la cáscara se secaron en una estufa a una temperatura de 45°C. La pulpa se secó por liofilización. Las muestras fueron molidas.

**Extracción.** Se utilizó la metodología reportada por Quiroz et al. [4] en una disolución de etanol-agua (70:30) para cada muestra. Se concentró en un rotavapor y se secó por liofilización.

**Contenido de Fenoles Totales.** Se calculó mediante la capacidad reductora del reactivo Folin-Ciocalteu con algunas modificaciones[5]. Resultados se expresan en: mg equivalente de ácido gálico/g de extracto seco (mg EAG/g ES).

**Contenido de Flavonoides Totales.** Se estimó a través de un procedimiento colorimétrico usando cloruro de aluminio e hidróxido de sodio [6]. Se tomó una alícuota de 200 µL de muestra y se mezcló con 800 µL de agua destilada, 60 µL de NaNO<sub>2</sub> (5%) y 60 µL de AlCl<sub>3</sub> (10%). Se dejó en reposo por 6 minutos y adicionó 800 µL de NaOH (1M). Se incubó por 15 min. La absorbancia fue leída a 510 nm. Resultados en: peso equivalente de catequina en mg/g de ES (mg EC/g ES).

**Capacidad Reductora de Hierro (FRAP).** La capacidad antioxidante se evaluó mediante la prueba FRAP[7]. Los resultados están expresados en: µM equivalentes de Trolox/g ES (µmol ET/l).

**Capacidad Secuestradora de radicales DPPH.** Se siguió la metodología de Brand- Williams et al.[8] con algunas modificaciones por Quiroz-Reyes et al.[4]. Se reporta EC50 de cada extracto en mg/ml.

### RESULTADOS PRINCIPALES

El análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en la concentración de contenido fenólico entre los tres tejidos (cáscara, pulpa, semilla) del fruto de tejocote. El contenido de fenoles =  $210.8 \pm 8.4$  [mg EAG/g ES] fue significativamente más alto ( $p \leq 0.05$ ) en

el extracto de semilla de tejocote, en contraste con los extractos de cáscara y pulpa cuyos valores de concentración de fenólicos fueron  $78.4 \pm 6.4$  y  $84.8 \pm 3.1$  [mg EAG/g ES], respectivamente.

El contenido de flavonoides fue estadísticamente diferente dentro de los tejidos del fruto de *Crataegus mexicana*. La concentración significativamente más alta la podemos encontrar en el extracto de semilla con un valor de  $55.0 \pm 1.5$  [mg EC/g ES]. Los extractos de cáscara y pulpa contienen menor cantidad de flavonoides, siendo  $36.1 \pm 2.1$  y  $29.5 \pm 2.8$  [mg EC/g ES], respectivamente.

El extracto de semilla de tejocote presentó una actividad reductora de hierro igual a  $1107.4 \pm 80.3$  [ $\mu\text{mol ET/ L}$ ], mucho mayor que en los extractos de cáscara ( $447.0 \pm 35.9$  [ $\mu\text{mol ET/ L}$ ]) y de pulpa ( $341.4 \pm 68.3$  [ $\mu\text{mol ET/ L}$ ]).

El extracto de semilla fue el más activo, con un valor EC50 de  $0.150 \pm 0.003$  mg / ml, seguido por el extracto de cáscara (EC50=  $0.197 \pm 0.011$  mg / ml) y el de pulpa (EC50=  $0.374 \pm 0.015$  mg/ml).

### CONCLUSIONES

El fruto de Tejocote se puede considerar como una fuente natural de compuestos bioactivos con potencial antioxidante

### AGRADECIMIENTOS

A Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI).

### REFERENCIAS

[1] Y. S. Park et al., "Quantitative assessment of the main antioxidant compounds, antioxidant activities and FTIR spectra from commonly consumed fruits, compared to standard kiwi fruit," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 63, no. 1, pp. 346–352, 2015.

[2] R. García-Mateos, L. Aguilar-Santelises, M. Soto-Hernández, R. Nieto-Angel, and G. Kite, "Total phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity in the flowers of *Crataegus* spp. from México," *AGROCIENCIA*, vol. 46, no. 7, pp. 651–662, 2012.

[3] K. Vilku, R. Mawson, L. Simons, and D. Bates, "Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry - A review," *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, vol. 9, no. 2, pp. 161–169, 2008.

[4] C. N. Quiroz-Reyes, E. Ronquillo-De Jesús, M. A. Aguilar-Méndez, and M. E. Ramírez-Ortíz, "Comparative study of ultrasound and maceration techniques for the extraction of polyphenols from cocoa beans (*Theobroma cacao* L.)," *Rev. Mex. Ing. Química*, vol. 12, no. 1, pp. 11–18, 2013.

[5] A. L. Waterhouse, "Determination of Total Phenolics," *Curr. Protoc. Food Anal. Chem.*, p. 11.1.1.-11.1.8, 2002.

[6] G. Miliauskas, P. R. Venskutonis, and T. A. Van Beek, "Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts," *Food Chem.*, vol. 85, no. 2, pp. 231–237, 2004.

[7] I. F. F. Benzie and J. J. Strain, "Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration," *Methods Enzymol.*, vol. 299, no. 1995, pp. 15–27, 1998.

[8] W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, and C. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 28, no. 1, pp. 25–30, 1995.

## Elaboración de harina de manzana (*malus domestica*) a partir de residuos del proceso de jugo y su aplicación en una botana homeada

G. A. Aguirre-Castill, J. L. Castillo-Gómez, M. A. Trejo-Márquez, S. Pascual-Bustamante, A. A. Lira-Vargas, D. López-Soto  
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlámica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México

Correo: [andreatrejo2009@gmail.com](mailto:andreatrejo2009@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN



La manzana genera gran cantidad de residuos, ocupando mucho espacio y ocasionando problemas ambientales. En busca de su aprovechamiento se desarrolló una harina obtenida por medio de un secado, molienda y tamizado para aplicarla en la formulación de una botana homeada, dando como resultado dos tamaños de partícula, 0.850 y 0.425mm. Que al caracterizarla, por medio de un análisis químico proximal (carbohidratos, humedad, fibra y cenizas) y evaluando sus propiedades funcionales (capacidad de absorción de agua y capacidad de hinchamiento), esta presentó propiedades funcionales más adecuadas con un tamaño de partícula de 0.850 mm, capacidad de absorción de agua de 8.67 g agua/g harina, y capacidad de hinchamiento de 0.48 mL/g. El contenido de fibra cruda fue del  $7.69 \pm 0.51\%$ , carbohidratos de  $58.87 \pm 0.95\%$ ; y humedad de  $10.19 \pm 0.14\%$ , brindando una mejora en la calidad y en el aporte nutricional, debido al contenido de fibra y con propiedades funcionales adecuadas en comparación con la harina de maíz.

### ANTECEDENTES

El Manzano (*Malus domestica*) es uno de los árboles frutales más cultivados, con alto contenido de fibra así como propiedades antioxidantes, ácidos orgánicos y flavonoides. Es un producto utilizado en diversos procesos como la elaboración de sidra o jugo; generándose gran cantidad de residuos, como la magaña que es la pulpa obtenida. Estos restos fermentan, ocupan espacio y generan problemas ambientales. Sin embargo, se ha descubierto que en estos subproductos existen compuestos de alto valor añadido que pueden ser aprovechados y recuperados, como los polifenólicos, con elevada capacidad antioxidante. También se pueden obtener polisacáridos como la pectina y la fibra dietética. Debido a esto, el objetivo es aprovechar estos residuos para reducir las pérdidas económicas y el impacto ambiental.

### OBJETIVO

Conocer las propiedades funcionales y el aporte nutricional de la harina de manzana, realizando un análisis químico proximal por medio de las técnicas establecidas en la AOAC, para determinar si es apta para la elaboración de una botana homeada y también compararla con harina de maíz.

### METODOLOGÍA

**Material biológico:** Manzanas de la variedad "Golden Delicious" de Chihuahua obtenidas del Mercado del Carmen de

Cuautitlán Izcalli, Estado de México seleccionando las que cumplan con un estado de madurez óptimo.

**Tratamiento de las muestras:** Las manzanas se lavaron y desinfectaron, posteriormente se realizó una molienda y filtrado para obtener solo bagazo, se realizó un secado a  $60^{\circ}\text{C}$  por 12 horas y el producto seco se molió y tamizó.

**Propiedades funcionales de la harina.** Las pruebas de capacidad de absorción de agua (CCA) y capacidad de hinchamiento (CH) [4] a dos tamaños de partícula 0.850 y 0.425 mm, fueron para determinar cuál otorga mejores características al producto final.

**Análisis químico proximal:** Determinación del porcentaje de carbohidratos, fibra, humedad, cenizas, proteína y grasa siguiendo las técnicas establecidas por la AOAC (1999).

### RESULTADOS PRINCIPALES

La comparación de medias de la CAA indica que entre tamaño de partícula no hay diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se seleccionó la que tenía un valor de CAA más elevado, la cual fue la de tamaño de partícula de 0,85 ya que otorga, mejores características organolépticas, sin embargo hay diferencia entre el tipo

de harina (de manzana y de maíz), como se observa en la Figura 1, se le atribuye a la cantidad de fibra contenida en la harina de manzana, debido que en la harina de manzana se encuentra un mayor porcentaje de fibra de 7.69%. En la literatura [3] se reporta un porcentaje de fibra contenido en la harina de maíz en un rango de 1.26 a 1.60, aumentando la capacidad de absorción, debido que es altamente soluble.

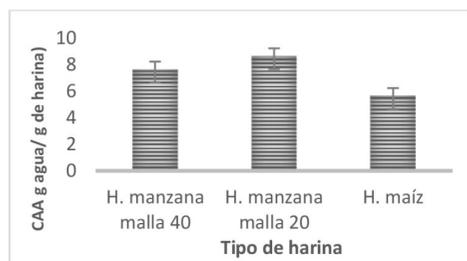


Figura 1. CAA de dos tamaños de partícula de harina de manzana comparados con la CAA de la harina de maíz

En la capacidad de hinchamiento, no hubo diferencia significativa del tamaño de partícula respecto a la harina de maíz, la harina con tamaño de partícula de 0.850 mm tiene una mayor CAA por lo tanto una mayor CH por lo cual el producto final será más similar

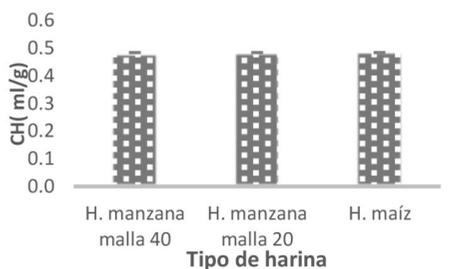


Figura 2. CH de los dos tamaños de partícula de harina de manzana comparados con la CH de harina de maíz.

En la composición de la harina de manzana, la humedad se relaciona con la vida útil de las harinas, y con la CAA, esta característica como se observa en la tabla 1, fue menor al 15% cumplido con lo establecido en la NOM-187-SSA1/SCFI-2002

Componente	Harina de maíz nixtamalizado	Harina de manzana
<b>Carbohidratos</b>	66- 69	58.87 ± 0.95
<b>Humedad</b>	9.4 – 11.7	10.19 ± 0.14
<b>Fibra cruda</b>	1.26 – 1.60	7.69 ± 0.51
<b>Cenizas</b>	1.2 – 1.5	2.00±0.25

El contenido de carbohidratos es cercano al esperado de 60% en la harina de manzana, considerando que el fruto contiene más del 14 % de carbohidratos en un contenido de agua superior al 80% [2]. El contenido de fibra es superior en la harina de manzana, siendo una ventaja para ser utilizada como sustituto de la harina de maíz, ya que aporta efectos benéficos a la salud y mejorar el valor nutricional de diversos.

## CONCLUSIONES

El tamaño de partícula no afecta significativamente a las propiedades funcionales de la harina de manzana, sin embargo con un tamaño de partícula de 0.850 mm se obtendrá productos de mejor calidad por tener una mayor CAA. La harina de manzana es una alternativa para mejorar el aporte nutricional de botanas elaborados con harina de maíz, debido a que su contenido de fibra es mayor.

## AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto se realizó con el financiamiento del Proyecto: Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas (PAPIIT IT201216) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

## REFERENCIAS

- [1] AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1999). Official methods of analysis of AOAC International. 16Ed. 5rd rev. Washington, D.C.
- [2] Barahona, M. (1998). Manzana , melocotón, fresa y mora Fruticultura especial. UNED. San jose, Costa Rica.
- [3] Flores, R., Martinez, F. Moreno, Y., Rios, E.(2002). Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. AGROCIENCIA 36(5): 557-567.
- [4] Rasgado Vázquez Saadam (2015). Extracción de fibra dietética de residuos agroindustriales para su aplicación en alimentos funcionales. Tesis grado licenciatura: FESC. Estado de México.

18  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Propuesta de formulación para desarrollar un alimento vegano a base de chí y linaza

P. A. Granados-Ochoa, M. A. Trejo-Márquez, S. Pascual-Bustamante, A. A. Lira-Vargas, C. Moreno-Ramos  
Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Asimilación Tecnológica.  
Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú, 54729 Cuautitlán Izcalli, Estado de México. México.

Correo: \* andreatrejo2009@gmail.com



Proceso de elaboración de nuggets veganos.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas del consumidor vegano es encontrar productos aptos para su alimentación, por ello el objetivo principal de este trabajo se centra en desarrollar un producto vegano con aportes nutricionales a base de chí y linaza. Se elaboró un nugget a partir de zanahoria, brócoli y coliflor sustituyendo el huevo por chí y linaza en diferentes concentraciones. Para determinar que formulación es la de mayor aceptación, se realizó una evaluación sensorial mediante un método descriptivo, evaluando sus características de sabor, adherencia, granulosidad y consistencia. De acuerdo a la prueba realizada, la formulación de mayor aceptación es la de 100% Chí siendo esta la que presentó mayor aceptación en las propiedades de sabor, adherencia y consistencia.

### ANTECEDENTES

En México existe un mercado potencial para la producción de alimentos veganos, ya que sólo en la ciudad de México al menos 3000 personas se identifican con esta alimentación, siendo una de sus dificultades la falta de productos veganos en el mercado.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un nugget vegano, siendo que algunas semillas y hortalizas pueden sustituir productos de origen animal en la producción de alimentos, conservando las mismas propiedades nutricionales. La chí y la linaza, son una fuente de proteínas, omegas 3, 6 y mucílago, este último es un polisacárido que se extrae de las semillas al ponerse en contacto con un medio acuoso. La solución que se forma es altamente viscosa similar a un gel, brindando así adherencia y consistencia al medio en el que se utilice [1].

A continuación se presenta una propuesta en la cual se sustituye el huevo en la formulación del nugget empleando chí y linaza.

### OBJETIVO

Elegir la formulación de un nugget vegano elaborado con zanahoria, brócoli y coliflor adherido con chí y/o linaza a diferentes concentraciones mediante pruebas sensoriales (sabor, granulosidad, adherencia y consistencia) para poder dar una opción de producto vegano con las mejores características sensoriales.

### METODOLOGÍA

Tratamiento de la muestra:

Se elaboraron nuggets con base a la formulación mostrada en la tabla 1.

Tabla 1. Formulación para elaborar nuggets

Materia prima	%
Zanahoria	33.4
Pan molido	27.2
Coliflor	18.2
Brócoli	11.3
Huevo	8.5
Ajo	0.8
Sal	0.4
Pimienta	0.20
Total	100

El 8.5% del huevo en la formulación se sustituyó por chí y/o linaza en distintas concentraciones (100%, 75%-25%, 50%-50%). Los nuggets se frieron, mediante la técnica de inmersión en aceite a 150°C por 7 minutos. Una vez freídos se retiró el exceso de grasa y se continuó a realizar una evaluación sensorial.

### Evaluación sensorial:

La prueba sensorial se realizó mediante un método descriptivo [2]. Se formó un grupo de 60 panelistas no entrenados, a quienes se ofrecieron los nuggets para que evaluaran las distintas formulaciones en función al sabor, la granulosidad, adherencia y consistencia, de acuerdo a una escala numérica del 1 al 5, donde: 1 es me disgusta mucho y 5 es me gusta mucho.

Ninguna formulación evaluada contiene huevo, ya que sólo se trabajó con chí y linaza para encontrar el adherente vegano más adecuado.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Uno de los atributos evaluados más importantes fue el sabor, para determinar la formulación de mayor aceptación. A partir

de esta característica se realizó el primer descarte. Como se muestra en la figura 1 hay diferencias de sabor entre las muestras, esto es debido a que la linaza posee un sabor dulce en crudo, sin embargo al cocinarse éste disminuye y su sabor se vuelve fuerte y predominante en el alimento con el que se combine [3].

Esto hace que los panelistas confundan el sabor con ajo y dejen las formulaciones con concentraciones altas de linaza (100% y 75%-25%) con los promedios más bajos.

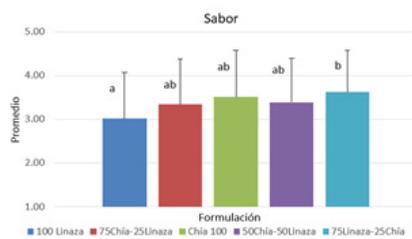


Figura 1. Resultados de la evaluación de sabor, primera prueba sensorial

Siendo descartadas dos formulaciones, se realizó una segunda prueba sensorial en la que se presentaron a los panelistas los nuggets con formulaciones de: 100% chía, 75% chía- 25% linaza y 50% chía-50% linaza. El nugget que contiene chía al 100% tiene el promedio más alto en todos los parámetros evaluados, respecto a las otras formulaciones, sólo presenta diferencias significativas en sabor y consistencia como se muestra en la figura 2.

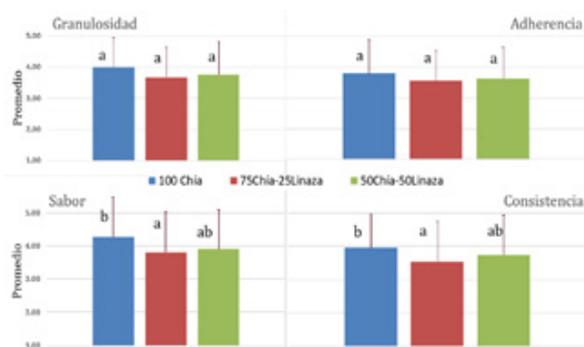


Figura 2. Resultados de la segunda prueba sensorial.

La diferencia en consistencia, que es una cualidad del alimento que resiste sin romperse ni deformarse fácilmente, se debe a la presencia del mucilago, existe 5% más presencia de mucilago en la chía que en la linaza [4], por lo tanto existe mayor consistencia en el nugget donde la chía predomina.

Mientras que en el parámetro de sabor la formulación con chía es la que resulta con el promedio más alto, ya que la semilla de chía no posee un sabor característico y no es confundida con otro ingrediente, como en el caso de la linaza.

## CONCLUSIONES

La formulación que contenía 100% chía fue la mejor calificada, por lo que la consistencia no se vio afectada ya que el mucilago presente en la chía, aporta consistencia sin afectar el sabor.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el financiamiento del proyecto: Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas (PAPIIT IT201216).

## REFERENCIAS

[1] Burbank J. (2016). 8 de cada 10 mexicanos afirman seguir algún tipo de dieta restrictiva. España. Nielsen corporate. Disponible en: [www.nielsen.com/mx/es/insights/news/2016/8-de-cada-10-mexicanos-afirman-seguir-algun-tipo-de-dieta-restrictiva-html](http://www.nielsen.com/mx/es/insights/news/2016/8-de-cada-10-mexicanos-afirman-seguir-algun-tipo-de-dieta-restrictiva-html)

[2] Brignardello G. J., Heredia P. L., Paz Ocharán S. M., Durán A. S. (2013). Conocimientos alimentarios de vegetarianos y veganos chilenos. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2): 129-134.

[3] Ibáñez, F. C. (2001). *Análisis sensorial de alimentos*, Barcelona, España: Springer.

[4] López, O. (2015). *Cambios nutricionales en alimentos al cocinarlos*. España. Fundación para la diabetes. Disponible en:

[www.fundaciondiabetes.org/sabercomer/401/cambios-nutricionales-en-alimentos-al-cocinarlos](http://www.fundaciondiabetes.org/sabercomer/401/cambios-nutricionales-en-alimentos-al-cocinarlos)

[5] Muñoz, H. L. (2012). *Mucilaje de semillas de chía (salvia hispanica): microestructura, caracterización físico-química y aplicaciones en la industria alimentaria*. (Tesis de doctorado). Pontificia universidad católica de Chile. Santiago de Chile

19  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Efecto bactericida de cebolla en la inhibición de *Salmonella typhi*

J. E. Cárdenas-Rivas, M. A. Trejo-Márquez, S. Pascual-Bustamante, A. A. Lira-Vargas, C. Moreno Ramos  
Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Postcosecha de productos vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica. Jiménez Cantú s/n San Juan Atlamica, 54729, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México.

Correo: [jossafathcardenasrivas511@gmail.com](mailto:jossafathcardenasrivas511@gmail.com)



*Allium cepa* L

### INTRODUCCIÓN:

El objetivo de este trabajo consistió en determinar la efectividad de la propiedad bactericida de la cebolla en cultivos con *Salmonella typhi*, para esto se realizaron los análisis de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante de la variedad de cebolla blanca y morada. La cebolla morada fue la que presentó el mayor contenido de fenoles totales, flavonoides totales y la mayor capacidad antioxidante, dando valores considerablemente más altos que la cebolla blanca. Se evaluó el poder de inhibición de la cebolla morada mediante el método de disco difusión, logrando inhibir por 24 hrs el crecimiento de *Salmonella typhi*.

### ANTECEDENTES

La cebolla se conoce desde cinco siglos antes de Cristo (a. c.) [1], se usa como antiséptico, diurético, posee acción antibacteriana, ayuda a la digestión, mejora la presión arterial y es un anti-oxidante, se puede consumir en estado fresco y en forma deshidratada [2]. La transmisión de las enfermedades infecciosas a través de contaminación de alimentos ocurre cuando la sustancia contaminante está contenida en el alimento o durante el procesamiento de los alimentos al entrar en contacto directo o indirecto con otros ingredientes contaminados [3]. *Salmonella typhi* son bacilos Gram-negativos anaerobios facultativos que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, su temperatura óptima de crecimiento es de 37°C. El período de incubación abarca de una semana a un mes, siendo principalmente de dos semanas a partir de la ingesta de la bacteria proveniente de alimentos o agua contaminada. Las manifestaciones clínicas de la fiebre tifoidea son: fiebre, vómito, dolor abdominal u diarrea moderada o intensa [4].

### OBJETIVO

Caracterizar compuestos orgánicos bactericidas de dos tipos de cebolla para inhibir el crecimiento de *Salmonella typhi*.

### METODOLOGÍA

Para seleccionar la variedad de cebolla que contiene mayor concentración de compuestos, se obtuvieron extractos metanólicos, midiéndoles la concentración de fenoles por el método de Folin Ciocalteu, la concentración de flavonoides por el método de Contenido de Quercetina y capacidad antioxidante por el método de ABTS, las pruebas se realizaron siguiendo el procedimiento descrito en la práctica de Evaluación de Capacidad Antioxidante y Determinación de Fenoles Totales para Frutos del Taller Multidisciplinario de Procesos Tecnológicos de Frutas y Hortalizas. Las pruebas de inhibición "In Vitro" se realiza-

ron por el método de Disco Difusión, en cajas Petri con Agar nutritivo sembrando por extensión superficial de la dilución  $10^{-4}$  de *Salmonella typhi* y colocando un disco de papel filtro esterilizado al centro e impregnándolo con jugo de cebolla en concentraciones de 63, 127 y 190 ppm, cada prueba se realizó por triplicado y se aplicó un diseño de experimentos completamente al azar.

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de las propiedades químicas de los extractos de cebolla blanca y morada.

*Tabla 1. Evaluación de las propiedades químicas de los extractos de cebolla blanca y morada*

	Cebolla blanca	Cebolla morada
Fenoles totales mgAG/mL extracto	3.79±0.40	11.74±0.70
Capacidad antioxidante TE umol/mL extracto	86.88±0.00	428.87±0.03
Flavonoides mg quercetina/100g	7.44±0.31	552.21±1.42

El contenido de fenoles presente en la cebolla morada fue aproximadamente cuatro veces más al encontrado para la cebolla blanca, mientras que en el contenido de flavonoides los valores obtenidos son considerablemente mayores a los reportados por Muñoz Navarro B en el 2005, donde reporta 15 mg para cebolla blanca y 19 mg para cebolla morada por cada 100 g de porción comestible, esto se debe a que el extracto realizado por Muñoz fue sometido a un secado y probablemente se evaporaron parte de los

compuestos. Los valores para la capacidad antioxidante, los cuales son menores a los reportados por el Agro Waste que reporta por lo menos 500  $\mu\text{mol}$  equivalente de Trolox por gramo de extracto. Al igual que en las pruebas anteriores, la cebolla morada presenta una mayor capacidad antioxidante y es por eso que se elige para llevar a cabo las pruebas de inhibición en *Salmonella typhi*. En la figura 4 se muestra que a mayor concentración de jugo de cebolla, mayor es el halo de inhibición, el principal compuesto al que se le atribuye este efecto es a la Quercetina ya que una de sus propiedades es actuar como bactericida. [5]

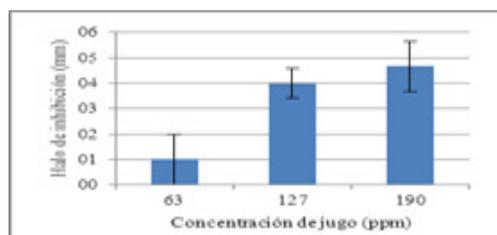


Figura 4. Inhibición del crecimiento de *Salmonella typhi*.

En la Tabla 1 se muestran los resultados del seguimiento fotográfico del efecto bactericida del jugo de cebolla. Conforme se aumenta la concentración del jugo aumenta el halo de inhibición.

**Tabla 1. Prueba In Vitro *Salmonella typhi***

Concentración de Jugo (ppm)	24 h
63	
127	
190	

## CONCLUSIONES

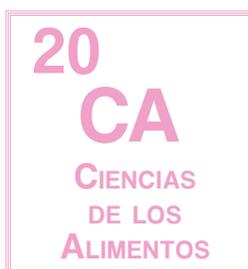
La cebolla morada presentó un mayor contenido de compuestos orgánicos en comparación a la cebolla blanca, esto debido a que los compuestos de interés están relacionados con la pigmentación y el jugo de cebolla resultó efectivo para la inhibición de *Salmonella typhi* en todas las concentraciones propuestas, siendo una buena alternativa para los tratamientos de frutas y hortalizas.

## AGRADECIMIENTOS

El siguiente trabajo se realizó con el financiamiento del proyecto PAPIIT IT201216.

## REFERENCIAS

- [1] Montes, A.; Halle, M. 1990. El cultivo de las amarilidáceas, cebolla, ajo y puerro. Zamorano, HN. Escuela Agrícola Panamericana. 47 p.
- [2] Medina, J. (2008). Cebolla: guía técnica. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 64p
- [3] Martínez Mancel, de la Hoz Fernando, Pacheco Óscar, Quijada Hernán (2014) Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), Enfermedades transmisibles, (2) 1-33.
- [4] Calva, E. (2000) *Salmonella typhi* y la fiebre tifoidea: de la biología molecular a la salud pública. Instituto de Biotecnología, UNAM, México.
- [5] Carrión A. García C. (2010). Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica. Tesis de Licenciatura de Bioquímica y Farmacéutica. UC. Ecuador. pp 138.



## Desarrollo de un envase activo a partir de residuos de piña aplicado a la conservación de jitomate fresco

K. G. Torres-Avenidaño, M. A. Trejo-Márquez, A. A. Lira Vargas, S. Pascual-Bustamante, C. Moreno-Ramos, D. R. López Soto  
Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de postcosecha de productos vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n San Juan Atlamica, 54729, Cuautitlán Izcalli, Estado de México

Correo: andreatrejo2009@gmail.com



Prototipo de envase activo a partir de las fibras de piña

### INTRODUCCIÓN:

El objetivo de este trabajo consistió en determinar la efectividad de la propiedad bactericida de la cebolla en cultivos con *Salmonella typhi*, para esto se realizaron los análisis de fenoles totales, flavonoides totales y capacidad antioxidante de la variedad de cebolla blanca y morada. La cebolla morada fue la que presentó el mayor contenido de fenoles totales, flavonoides totales y la mayor capacidad antioxidante, dando valores considerablemente más altos que la cebolla blanca. Se evaluó el poder de inhibición de la cebolla morada mediante el método de disco difusión, logrando inhibir por 24 hrs el crecimiento de *Salmonella typhi*.

### ANTECEDENTES

En México se generan anualmente cerca de 76 millones de ton. de residuos orgánicos de frutas y vegetales provenientes de la industria alimentaria, agroindustria y doméstico [1]. En 2016 México produjo 876 mil ton. de piña de las cuales el 65% del total de este fruto corresponde a residuos, y de estos se pueden extraer fibras lignocelulosicas. Estas fibras están compuestas de lignina, hemicelulosa y celulosa. Una de las aplicaciones industriales de las fibras lignocelulosicas debido a sus propiedades mecánicas, es su empleo para reforzar materiales sintéticos de uso industrial [2].

Por otra parte, el interés de los fabricantes de envases por reducir su huella ecológica en el procesamiento, ha guiado al uso de envases con materias primas renovables. [3]. Por lo que el objetivo de este trabajo es desarrollar un envase a partir de las fibras lignocelulosicas presentes en los residuos de la piña.

### OBJETIVO

Extracción de fibras a partir de residuos de piña mediante diferentes condiciones de hidrólisis (NaOH:10%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:0.4%, NaOH:20%).

Caracterizar fibras obtenidas mediante determinación de color (CIE L\*a\*b\*), funcionales (capacidad de absorción de agua y aceite) y prueba de dureza.

### METODOLOGÍA

**Hidrólisis química:** Los residuos de piña secos se hidrolizaron en el siguiente orden: 1) NaOH:10%, por 20 min. a (90-95°C), con un lavado para neutralizar; 2) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:0.4%, por 60 min. Neutralización con agua; 3) NaOH:20%, en agitación por 60 min. y un neutralizado [4].

**Determinación de color:** Se utilizó un colorímetro (marca

Minolta CM-600D) se tomaron 10 determinaciones cromáticas (CIE L\*a\*b\*) en diferentes puntos de cada fibra.

**Determinación de capacidad de absorción de agua y aceite:** En 0.1 g. de muestra seca se adiciono 1.5 mL de líquido, en agua [5], se centrifugo a 3000 rpm por 20 min. y para aceite [6] a 2000 rpm por 25 min. Se empleó una centrifuga (Daigger 4350). Prueba de dureza: Se utilizó un penetrómetro (Force Gauge PCE-FM200) y una punta de cilindro (8mm) se elaboraron especímenes en cilindro (2.3 cm de diámetro y 2.4 cm. de alto) para cada fibra.

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la Tabla 1. Se observan los resultados cromáticos L\*a\*b\*. La fibra 2 tuvo variación en cada, debido a que su estructura lignocelulosica está aún más completa.

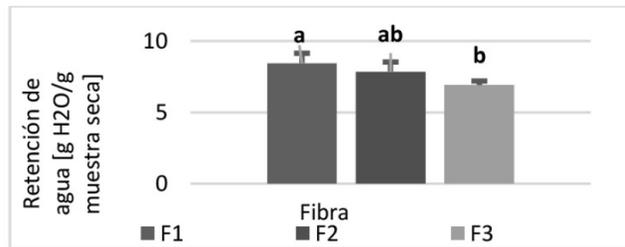
El color de la celulosa pura es blanco L\* las hemicelulosas blanco amarillento b\* y la lignina entre ocre y marrón a\*.

**Tabla 1.** Características de las NP con y sin LPT

	SIN LPT <sup>a</sup>	CON LPT <sup>a</sup>
Tamaño de partícula (nm)	267.0 ± 10.5	317.9 ± 18.2
IPD	0.103 ± 0.026	0.298 ± 0.023
Potencial Z (mV)	-29.1 ± 1.0	-17.6 ± 1.8

<sup>a</sup> Se reporta IC al 95%,  $\bar{x} \pm$  Error Estándar, n=9, p < 0.05

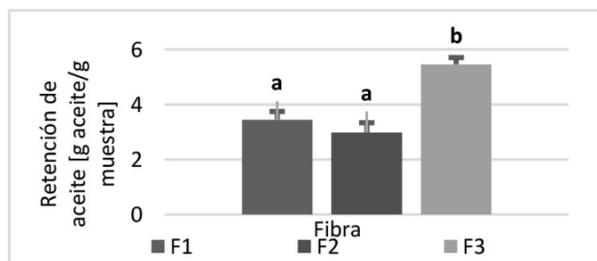
En la prueba de capacidad de retención de agua en la Figura 1 se observa una diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para la fibra 1 y 3, para la fibra 2 tiene un valor intermedio de 7.8 gH<sub>2</sub>O/g m. s



**Figura 1.** Capacidad de retención de agua de las fibras.

Esta propiedad depende del tipo de polímero y peso molecular [7]. Se considera que hubo una disminución en el peso molecular de la fibra en la última hidrólisis, por lo que retuvo menos agua.

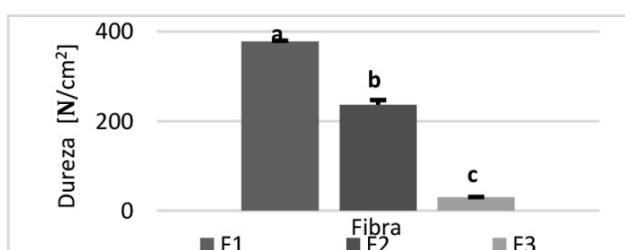
Para la capacidad de retención de aceite en la figura 2 no se observa diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la fibra 1 y 2. En cuanto a la fibra 3 esta fue mayor por 45.37%, que la fibra 2.



**Figura 2.** Capacidad de retención de aceite de las fibras.

Este parámetro se ve influenciado por el tamaño, forma y área superficial de las partículas de la fibra [8].

Para la determinación de dureza en la figura 3 se observa que entre todas las fibras existió diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en este parámetro, donde la fibra 1 tiene mayor resistencia a la penetración, y para la fibra 2 esta propiedad es manejable para el moldeo.



**Figura 3.** Prueba mecánica, módulo de elasticidad.

## CONCLUSIONES

La fibra 2 presentó resistencia a la penetración, así como la menor capacidad de retención de agua y aceite manejables para el moldeo del prototipo del envase activo, por lo que esta sería la más adecuada para la realización de un envase activo.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el financiamiento del Proyecto: Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas (PAPIIT IT201216) de la dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

## REFERENCIAS

- [1] Araya, R. (1998). Utilización del rastrojo de piña (*Ananas comusus*) para la obtención de pulpa para la producción de papel. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- [2] González, M., Pérez, S., Wong, A., Bello, R., Yáñez, G. (2015). Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia. *Revista Argentina de microbiología*. 47 (3): 229-235.
- [3] Querol, E. (2015). Protocolo de validación de materiales a base de papel y cartón de usos alimentario. (Tesis de licenciatura). Universidad Politecnica de Catalunya Barcelonatch. Barcelona, España.
- [4] Cazaurang. M., Peraza, S., Cruz R. C. A. (1990). *Cellulose Chemistry and Technology* 24, 629-638.
- [5] Robertson J. A, Modredon F. D, Dysseler P, Guillon t. (2000). Hidration properties of dietary fiber and resistant starch: a European Collaborative Study. *IWT*, 33(1): 7379.
- [6] Abdul, A. (2000). Funtional properties of dietary fibre prepared from deffated rice barn. *Food Chemistry*, 68(1): 15-19.
- [7] Badui, s. (2006). *Química de los alimentos*. 4ed. México, Pearson.
- [8] López, G., Ros, G., Rincón F., Periago, M., Martínez, C., Ortuño, J. (1997). Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismos de acción en el tracto intestinal. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 47: 203-207.



## Elaboración de yogurt bebible de fresa y pera enriquecido con fibra dietética y bagazo de piña, endulzado con miel de agave

M. Pérez-Piñón, M. A. Trejo- Márquez, C. Moreno-Ramos, S. Pascual- Bustamante, A. A Lira-Vargas  
Laboratorio de postcosecha de productos vegetales, Centro de asimilacion tecnologica, UNAM,  
Jimenez Cantú s/n San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlan Izcalli, Estado de México, México.

Correo: andreatrejo2009@gmail.com



Yogurt fermentado.

### INTRODUCCIÓN:

En México se generan anualmente 75 millones de ton. de residuos orgánicos de frutas y vegetales provenientes de la industria de alimentos [1]. El aprovechamiento de los residuos de la piña sirve para obtener fibra por lo que se desarrollaron nueve formulaciones con diferentes concentraciones de miel de agave y base de fruta variando el tipo de fibra (fibra comercial y bagazo de piña). Evaluadas mediante un análisis sensorial descriptivo. El yogurt con mayor aceptación se sometió a un Análisis Químico Proximal (AQP) donde se determinaron proteínas (Bradford), grasa (Werner Schmidt) y carbohidratos (DNS). Además se realizó una vida de anaquel a temperaturas de 4, 14 y 24°C por 30 días. El yogurt de mayor aceptación por los panelistas obtuvo una concentración 40-60 de bagazo de piña. Este yogurt presento una concentración de grasa de 3.57%, proteínas 9.87% y carbohidratos de 11%. En su vida de anaquel fue una temperatura de 4°C por 16 días.

### ANTECEDENTES

La piña, es uno de los frutos en los que sus residuos constituyen hasta un 65% del total de la fruta, de estos frutos se extraen fibras; el aprovechamiento de las fibras de residuos de la piña en materiales compuestos, es una alternativa a la eliminación de desechos [2]. El yogurt, producto de la fermentación de la leche, es un alimento con una amplia gama de nutrientes sin embargo su contenido en fibra es bajo. Por lo tanto el presente trabajo ofrece una propuesta del aprovechamiento del bagazo obtenido de la piña, dando al yogurt un valor agregado para el desarrollo de un producto funcional.

### OBJETIVO

Elaborar un yogurt bebible adicionado con fibra comercial y bagazo de piña y endulzado con miel de agave para crear un producto funcional.

Evaluar los atributos de sabor y textura de las formulaciones del yogurt bebible de fresa y pera mediante pruebas sensoriales.

Determinar las propiedades químicas (proteínas, grasa, carbohidratos), fisicoquímicas (acidez y pH), así como microbiológicas (organismos viables, mesófilos y coliformes totales) desarrollando vida de anaquel del yogurt.

### METODOLOGÍA

Tratamiento de muestra.

Se desarrollo una formulación base para eleborar el yogurt.

Tabla 1. Formulación base para elaborar yogurt con fruta

<i>Leche</i>	52.5%
<i>Fibra</i>	0%
<i>Fruta</i>	35%
<i>Cultivo</i>	0.5%
<i>Endulzante</i>	12%

Tabla 1. Formulación base para elaboración de yogurt con fruta

Se variaron 3 concentraciones de endulzante (4, 6 y 8%), tambien se vario la concentracion de fruta (30, 35 y 40%) y se adiciono fibra de (100%) bagazo de piña, (100%) fibra comercial y (40-60%) de ambas siendo 40% bagazo de piña.

### Evaluación sensorial.

Se realizo una prueba sensorial mediante un metodo descriptivo ofreciendo a los panelistas las formulaciones realizadas de yogurt en las cuales evaluaron en una escala del 1 al 5, donde 1 es me disgusta mucho y 5 es me gusta mucho, en función al sabor, textura, color y olor del yogurt.

### Determinación de proteínas.

Se desarrollo por el metodo de Bradford (Sigma- Aldrich) es un ensayo colorimetrico que mide la concentración de proteínas en una solucion acuosa mediante un equipo espectrofotometrico que se lee una longitud de onda de 595nm.

### Determinación de grasas.

Se realizó una hidrólisis ácida por el método de Werner-Schmidt de yogurt con lavados de éter de petróleo y acetona donde se condensan para obtener la grasa total del producto.

### Determinación de carbohidratos.

Se desarrolló por el método de DNS donde se realizó una hidrólisis básica para realizar una curva patrón utilizando el espectrofotómetro marca Velab con una longitud de onda de 598nm.

### Prueba de vida de anaquel.

Se realizó una cuantificación de hongos y levaduras, mesófilos aerobios y coliformes totales mediante el método de cuenta en placa. Las muestras se almacenaron a 4, 14 y 24°C durante 30 días y también se determinó pH por lectura directa en potenciómetro manual Hanna y acidez por titulación. Las mediciones se tomaron con intervalos de 96 horas y se fueron comparados con la norma NOM-181-SCFI-2010.

### Análisis estadístico.

Los datos obtenidos experimentalmente fueron sometidos a sus respectivos análisis estadísticos con la ayuda del programa STATGRAPHICS Centurion 17.2.02.

## RESULTADOS PRINCIPALES

En el AQP el yogurt más aceptado presentó una concentración de grasa de 3.57%, una concentración de proteínas 9.87% y carbohidratos de 11% estando dentro de los parámetros comparado con yogurt comerciales del mismo tipo. Para seleccionar la concentración de endulzante se hizo énfasis en el sabor, para la selección de concentración de fruta se hizo énfasis en el color y olor, mientras que para la selección de concentración de fibra se hizo énfasis en la textura. La concentración 3 en todos los yogurts fue la más aceptada en promedio a excepción de la gráfica de olor donde no se encuentra una diferencia significativa. La formulación más aceptada fue 8% de endulzante de miel de agave, una fibra de mezcla a proporción 60-40 de comercial y bagazo de piña respectivamente y un 40% de base de fruta.

En vida de anaquel la temperatura de almacenamiento que presentó mejores características fue 4°C durante 16 días debido a que se encontraba en norma NOM-181-SCFI-2010.

## CONCLUSIONES

Al utilizar fibra de bagazo de piña mezclada con una comercial la textura no se ve afectada en el yogurt. El almacenamiento de el yogurt a 4°C es el mejor debido a que no presenta cambios en sabor y color y tiene una vida de anaquel de 16 días.

## REFERENCIAS

- [1] Araya, R. (1998). Utilización del rastrojo de piña (*Ananas comosus*) para la obtención de pulpa para la producción de papel. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- [2] Gonzalez, M., Pérez, S., Wong, A., Bello, R., Yáñez, G. (2015). Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia. *Revista Argentina de microbiología*. 47 (3):229-235.

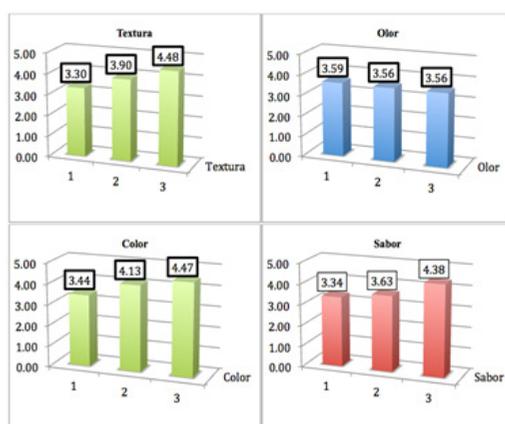


Figura 1. Resultados de análisis sensoriales de yogurt.

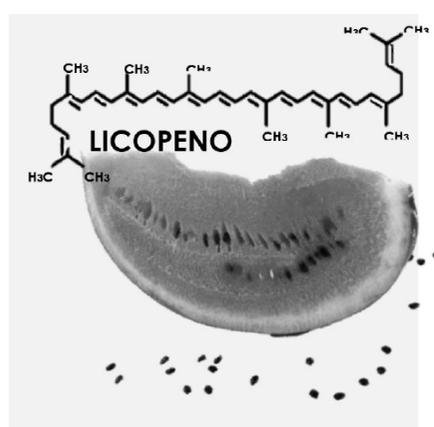
22  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Extracción de licopeno de la cascara de *Citrillus lanatus* (Sandía)

Melina González, Jessica Guerra, Ma. Andrea Trejo-Márquez, Selene Pascual-Bustamante, A. Adela Lira-Vargas, David R. López-Soto.  
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,  
Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica. Jiménez Cantú s/n, San  
Juan Atlámica. C.P.54729, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México

Correo: andreatrejo2009@gmail.com

*Citrillus lanatus* (sandía) y  
estructura química del licopeno



### INTRODUCCIÓN:

En México se generan anualmente 75 millones de ton. de residuos orgánicos de frutas y vegetales provenientes de la industria de alimentos [1]. El aprovechamiento de los residuos de la piña sirve para obtener fibra por lo que se desarrollaron nueve formulaciones con diferentes concentraciones de miel de agave y base de fruta variando el tipo de fibra (fibra comercial y bagazo de piña). Evaluadas mediante un análisis sensorial descriptivo. El yogurt con mayor aceptación se sometió a un Análisis Químico Proximal (AQP) donde se determinaron proteínas (Bradford), grasa (Werner Schmidt) y carbohidratos (DNS). Además se realizó una vida de anaquel a temperaturas de 4, 14 y 24°C por 30 días. El yogurt de mayor aceptación por los panelistas obtuvo una concentración 40-60 de bagazo de piña. Este yogurt presentó una concentración de grasa de 3.57%, proteínas 9.87% y carbohidratos de 11%. En su vida de anaquel fue una temperatura de 4°C por 16 días.

### ANTECEDENTES

*Citrillus lanatus* (sandía) es una fruta de gran importancia económica para México siendo Sonora el principal productor aportando 250,225 Ton generando un 19% del valor producido en México [1]. Esto produce grandes cantidades de residuos que pueden ser aprovechados de diversas formas como es el caso de la cáscara, la cual se caracteriza por ser una fuente rica en licopeno. Este es el principal componente responsable del característico color rojo profundo del fruto siendo un carotenoide con mayor poder antioxidante que el  $\beta$ -caroteno [2] debido a su capacidad en neutralizar radicales libres reduciendo el daño oxidativo celular por lo que juega un papel significativo en la prevención de enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, e hipertensión entre otras [3]. Por lo tanto la extracción de este compuesto hace posible la elaboración de subproductos de alto valor agregado los cuales pueden servir para consumo humano lo que traería beneficios económicos.

### OBJETIVO

Obtener licopeno de la corteza de *Citrillus lanatus* (sandía) mediante dos métodos de extracción (soxhlet y sonicación), variando concentraciones de etanol (60%, 70%, 80% y 100%) y dos tamaños de partícula (#20 y #40).

### METODOLOGÍA

#### Tratamiento de la muestra:

La cáscara fresca se troceó en pedazos pequeños los cuales se molieron en una licuadora, posteriormente la muestra se filtró para reducir el contenido de humedad, una vez finalizado el proceso, la muestra se secó en una estufa a una temperatura de 50°C para evitar la descomposición del carotenoide. La muestra seca se trituró utilizando un molino y se hizo pasar por las mallas #40 y #20.

#### Extracción de licopeno por sonicación:

Se prepara la muestra seca y molida con etanol al 100%, 80%, 70% y 60% en una relación 5:50 en ultrasonido (Cole-Parmer 8891) por un tiempo de 30 min a una temperatura de 60°C, llevándose a cabo este procedimiento para ambos tamaños de partícula [4].

#### Extracción de licopeno por soxhlet:

a cáscara seca y molida se somete a extracción con etanol al 80%, en un equipo de extracción soxhlet, a una temperatura mayor a la de ebullición del solvente a utilizar. La relación material vegetal/solvente es 5g/250 mL durante 4 horas llevándose a cabo este procedimiento para ambos tamaños de partícula [5].

#### Cuantificación de licopeno:

Se realiza una extracción previa a espectrofotometría, a 15mL del extracto obtenido se le agrega butilhidroxitolueno

(0.05%), etanol, hexano y agua, recuperándose el sobrenadante de esta extracción y posteriormente se realiza la cuantificación a una longitud de onda de 503nm [6]

### RESULTADOS PRINCIPALES

De acuerdo al análisis estadístico para el método de sonicación se puede observar en la Fig 1 que en las concentraciones de 60% y 70% etanol existió diferencia significativa además de que con ellas se extrae menor cantidad de licopeno y para las concentraciones de 100% y 80% etanol no mostró diferencia significativa los cuales presentan mayor cantidad de licopeno en comparación con las demás concentraciones obteniéndose un valor de 0.12mg por 100g de muestra el cual es cercano al consultado en la bibliografía que nos dice que la cascara contiene 0.018 mg por 100g de muestra [7].

Por lo que se eligió la concentración de 80% etanol para el siguiente método de extracción (soxhlet) ya que en cuestiones económicas es más factible. Respecto al tamaño de partícula no presentó diferencia significativa entre ellas.

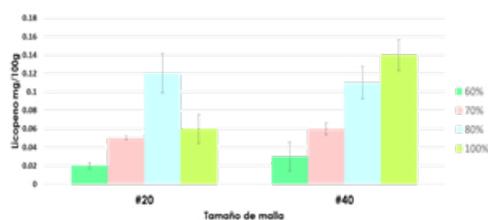


Fig 1. Comparación entre concentración de solventes método sonicación

De acuerdo al análisis estadístico se puede observar en la fig 2. que existió diferencia significativa entre ambos métodos debido a que el licopeno es degradable mediante factores físicos y químicos como exposición a la luz y temperaturas elevadas [8] lo que pudo afectar la extracción por el método de soxhlet. Por lo tanto se eligió el método de sonicación al 80% de etanol con malla #20 ya que otorga mayor cantidad de licopeno.

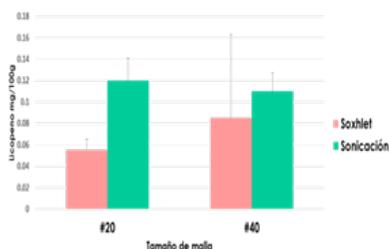


Fig 2 Comparación entre dos tamaños de partícula en los métodos soxhlet y sonicación.

### CONCLUSIONES

El mejor método para la extracción de licopeno en cascara de sandía es sonicación a 60°C por 30 minutos utilizando una concentración del 80% de etanol ya que otorga mayor cantidad de licopeno utilizando cualquiera de los tamaño de partícula planteados ya que no influyen en la extracción del compuesto.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el financiamiento del Proyecto: Desarrollo Tecnológico para el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas (PAPIIT IT201216) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

### REFERENCIAS

- [1] SIAP/SAGARPA. 2014.
- [2] Calvo C. 2003. Colorantes funcionales. Alimentación, equipos y tecnología; 22(180):87-92.
- [3] Krzysztof N., Waliszewski, DSc, Blasco G. (año), Propiedades Neutraceuticas del licopeno.
- [4] Bortlik K, Mortezaei L., Saucy F. 2003. Procedimiento para la extracción de licopeno
- [5]. Bértudez-Zarate R. 2012. Extracción de aceite de pulpa de aguacate variedad Hass por los métodos de soxhlet, fluido super crítico y sonicación.
- [6] Ponce E. 2014. Microcomponentes y Aditivos Alimentarios, Manual de Laboratorio.
- [7] Riofrío-Arellano A.J. 2012. Obtención de aminoácidos a partir de la cascara de sandía.
- [8] Nguyen M.L., Schwartz S.J. 1999. Lycopene: chemical and biological. Properties .Food technology.



## Extracción de compuestos antioxidantes de las hojas de fresa

P. M. Mendoza, M. A. Trejo-Márquez, S. Pascual-Bustamante, A. A. Lira-Vargas, D. R. López Soto  
 Centro de Asimilación Tecnológica (CAT),  
 Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú S/N, Col. San Juan Atlamica, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.  
 Correo: [andreatrejo2009@gmail.com](mailto:andreatrejo2009@gmail.com), [mrociomendoza@comunidad.unam.mx](mailto:mrociomendoza@comunidad.unam.mx).

### INTRODUCCIÓN:



La fresa es un alimento perecedero, se estropea con mucha facilidad y su vida útil es más bien corta, generando subproductos como las hojas de fresa, hasta el momento desaprovechadas. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo seleccionar el método y las condiciones para la obtención de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante de las hojas de la fresa. Los extractos se obtuvieron por dos métodos: maceración durante 48 horas variando el tipo de solvente (agua, etanol 80%) y sonicación con diferentes tiempos de exposición (30, 60, 90 min) utilizando etanol 80%. La determinación de fenoles totales se llevó a cabo por el método de Folin-Ciocalteu y para capacidad antioxidante se utilizó el método ABTS. Se determinó que los extractos obtenidos por el método de sonicación presentan valores más altos, en concentración de fenoles totales y capacidad antioxidante, en comparación con el método de maceración.

### ANTECEDENTES

México es el segundo productor de fresa en el mundo después de Estados Unidos. El volumen de producción de fresa se concentra en un 96% en los estados de Michoacán, Baja California, Jalisco y Guanajuato [1]. Es un alimento perecedero que se estropea con mucha facilidad generando residuos durante su cadena de producción, tales como las hojas de fresa. El poder antioxidante en las hojas de la fresa permite aumentar la vida útil de ciertos alimentos, lo que otorga valor a un subproducto desaprovechado hasta ahora en la industria alimentaria. Por lo que, el objetivo del presente estudio fue extraer compuestos antioxidantes de las hojas de fresa utilizando diferentes métodos de extracción evaluando su contenido de fenoles y capacidad antioxidante.

### OBJETIVO

Obtener compuestos antioxidantes, a partir de hojas de fresa mediante 2 métodos de extracción para su aplicación en la conservación de pasta de aguacate.

### METODOLOGÍA

#### Tratamiento de la muestra

Las fresas fueron lavadas y desinfectadas, se desojaron y las hojas se secaron a temperatura ambiente durante 24 horas.

#### Extracción por maceración

Las hojas de fresa secas fueron trituradas y puestas a macerar en una proporción de 1:20 con el solvente (agua, etanol 80%), durante 48 horas a temperatura ambiente.

Posteriormente el extracto fue filtrado y almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### Extracción por sonicación

Las hojas de fresa secas fueron trituradas y colocadas en una proporción 1:5 con el solvente (etanol 80%). Se realizó sonicación a temperatura ambiente durante 30, 60 y 90 min. Posteriormente el extracto fue filtrado y almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

#### Determinación de fenoles totales

El contenido de fenoles totales se determinó por el método de Folin - Ciocalteu. Este método cuantifica el poder reductor de los compuestos fenólicos el reactivo Folin-Ciocalteu, mediante la formación de un complejo azul [2].

#### Determinación de capacidad antioxidante

Capacidad antioxidante se determinó por el método ABTS. El cual se basa en la capacidad para atrapar radicales presentes en el medio. Por lo tanto, se evalúa la capacidad antioxidante de la muestra en función de la habilidad para disminuir la concentración del radical [3].

### RESULTADOS PRINCIPALES

Como se observa en la Fig. 1, la concentración de fenoles totales en extractos de hoja de fresa oscila entre 1118.49 y 3488.21 mg ác. Gálico/ ml extracto. También se aprecia que, el método de extracción que presenta extractos con mayor concentración de fenoles es sonicación con un

tiempo de exposición de 90 min. Además, se determinó que existe una diferencia significativa en el método de maceración con respecto al solvente utilizado, así como en Sonicación con respecto al tiempo de exposición.

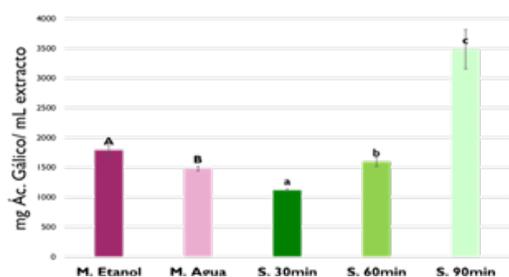


Figura 1. Evaluación de fenoles totales de los extractos de hoja de fresa obtenidos por maceración y sonicación.

En cuanto a la capacidad antioxidante de los extractos de hoja de fresa, oscila entre 15129.94 y 64693.25 TE  $\mu$ M/ml extracto, tal y como se muestra en la Fig. 2. Donde se refleja que nuevamente del método de sonicación se obtienen extractos con mayor capacidad antioxidante utilizando un tiempo de exposición de 30 min. También se observa que hay diferencia significativa entre los solventes utilizados en el método de maceración; así como se aprecia que en Sonicación, entre los tiempos de exposición de 30 y 60 min no hay diferencia significativa, pero sí la hay entre estos y el tiempo de 90 min.

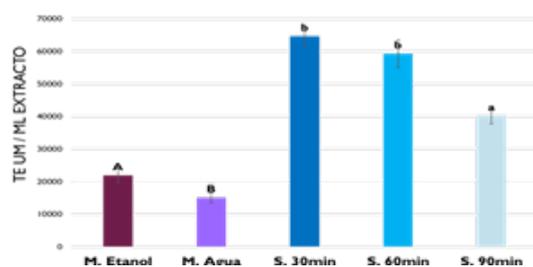


Figura 2. Evaluación de capacidad antioxidante de extractos de hoja de fresa obtenidos por maceración y sonicación.

## CONCLUSIONES

Durante la experimentación se pudo observar que los extractos obtenidos por el método de sonicación presentan una concentración de fenoles totales y capacidad antioxidante mayor en comparación con el método de maceración.

Los tiempos de exposición de 30 y 90 min en sonicación, arrojaron valores altos de capacidad antioxidante y fenoles, respectivamente, con respecto a los demás. No se determinó diferencia significativa entre 30 y 60 min en capacidad antioxidante, sin embargo, para reducción de costos, se recomienda utilizar el tiempo de 30 min.

Los datos obtenidos mostraron que no existe una relación directa entre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de estos en extracto de hoja de fresa obtenido por diferentes métodos de extracción. Lo que puede atribuirse a la presencia de compuestos no fenólicos con mayor capacidad antioxidante que estos, tales como caroteno, vitamina E, Luteína y Zeaxantina.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado con el proyecto PA-PIIT IT201216.

## REFERENCIAS

[1] Secretaria de Hacienda y Crédito Público, Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero, 2015.

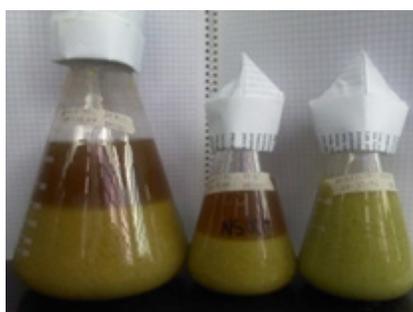
[2] Zapata, S. (2014) Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (OPAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. Escuela de nutrición y dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

[3] D. M.A. Molina-Quijada, L. A. Medina-Juárez, G. A. González-Aguilar, R.M. Robles-Sánchez & N. Gámez-Meza (2010) Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (*Vitis vinifera* L.) de mesa cultivada en el noroeste de México. *Journal of Food*, 8:1, 57-63.

## Evaluación del método químico para la extracción de proteínas de la leguminosa *Pisum sativum*

M. Saldaña-Flores, S. Pascual-Bustamante, A. A. Lira-Vargas, M. A. Trejo-Márquez, D. R. López-Soto.  
Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Postcosecha de productos vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n San Juan Atlamica, 54729, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México.

Correo: Correo: [sfmariely@gmail.com](mailto:sfmariely@gmail.com).



Hidrólisis alcalina

### INTRODUCCIÓN

El chícharo (*Pisum sativum*) es una legumbre muy rica en su contenido de proteínas con 22% de su composición, además que estas son de alta calidad, debido a que contienen a todos los aminoácidos esenciales para el organismo. Para la extracción de proteínas se utilizó el método químico, que consiste en una hidrólisis alcalina, y se evaluó mediante la concentración de proteínas final y el rendimiento, para conocer las condiciones óptimas de la extracción. Se utilizaron temperaturas de 20 y 30°C y tiempos de 12 y 24 horas. La cuantificación de proteínas se realizó por el método de Bradford, obteniendo 35% en el contenido proteico a 30°C con 24 horas; sin embargo el mejor rendimiento fue con la condición de 20°C y 16 horas.

### ANTECEDENTES

El chícharo es rico en su contenido de proteínas además de ser de alta calidad, debido a que posee todos los aminoácidos esenciales para el organismo [1]. Los aminoácidos ramificados como L-arginina, es esencial para construir músculos; además de ser precursor al óxido nítrico que es responsable de la buena circulación sanguínea. También posee al aminoácido esencial L-lisina, que es el precursor de la carnitina, ésta es responsable de convertir los ácidos grasos a energía; juega un papel importante en la formación de colágeno, que es el bloque de construcción de las regiones del tejido conectivo como huesos, cartílago, piel y tendones.

La extracción de proteínas se realiza a partir de una hidrólisis proteica, que es la rotura del enlace peptídico y en consecuencia la generación de péptidos de menor tamaño o incluso de aminoácidos libres. La rotura de estos enlaces puede producirse por métodos químicos o biológicos. El primero se basa de una hidrólisis mediante el tratamiento con ácidos o bases y el segundo utilizan una proteasa para romper los enlaces peptídicos [2].

### OBJETIVO

Obtener un concentrado de proteínas mediante el método químico, variando temperatura (20 y 30°C) y tiempo de reposo (16 y 24 horas) de la hidrólisis, para conocer las condiciones a las cuales se obtuvo mayor rendimiento.

### METODOLOGÍA

#### Tratamiento de muestra

Se desvainaron los chícharos, las semillas se escaldaron a 80°C durante 5 minutos, seguido de un secado a 50°C por 24 horas, finalizando con una molienda.

#### Extracción proteica

Se realizó una dispersión de harina de chícharo en agua, el pH fue ajustado a 12 con NaOH 1N, se dejó reposar de acuerdo a las condiciones experimentales, se filtró y el líquido filtrado se le ajustó un pH de 4.9 con HCl 1N para precipitar las proteínas; por último se centrifugó y el concentrado obtenido se secó a 40°C por 5 horas.

#### Cuantificación de proteínas

Se utilizó el método de Bradford [3], el cual se extrajo 50µL de muestra y se le añadió 1.5mL de reactivo de Bradford de Sigma-Aldrich, se dejó reposar a temperatura ambiente durante 5 minutos y se leyó en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 595nm.

#### Determinación del rendimiento

Se dividió la masa del concentrado obtenido entre la masa de la harina de chícharo al inicio de la hidrólisis, y multiplicado por un factor de 100.

#### Análisis estadístico

Los datos obtenidos experimentalmente fueron sometidos a un análisis estadístico con el programa IBM SPSS Statistics 22.

### RESULTADOS PRINCIPALES

#### Extracción de proteínas

La concentración de proteínas de acuerdo a las condiciones experimentales se muestra en la Figura 1. Se observa que el experimento con condiciones de 24 horas y 30°C el contenido de proteínas fue 36% mayor que el experimento realizado. Esto cumple con que a mayor tiempo

de exposición de la muestra en un medio alcalino es mayor la rotura del enlace peptídico y en consecuencia la generación de péptidos de menor tamaño o incluso de aminoácidos libres, dando por resultado una mayor concentración [2].

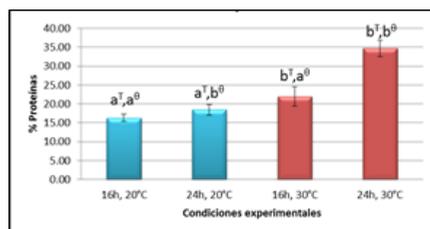


Figura 1. Contenido de proteínas por diferentes tratamientos químicos.

El análisis estadístico de los porcentajes de proteínas, indicó que la temperatura y el tiempo de reposo tuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), lo que quiere decir que la temperatura y el tiempo influyen sobre la concentración de proteínas obtenidas.

### Rendimiento

El rendimiento obtenido por cada combinación de variables se muestra en la Figura 2, donde se puede observar que a 16 horas y 20°C se obtiene el rendimiento más alto. Sin embargo, se obtiene el contenido proteico más bajo (Figura 1). Es el mismo caso con el rendimiento más bajo, en el que se obtiene el mayor contenido proteico (Figura 1).

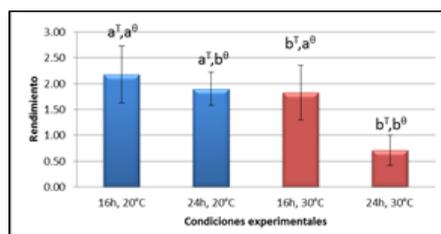


Figura 2. Rendimiento en la extracción de proteínas.

El análisis estadístico del rendimiento, indicó que la temperatura y el tiempo de reposo tuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), lo que quiere decir que la temperatura y el tiempo influyen sobre la concentración de proteínas obtenidas.

### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de concentración de proteínas y rendimiento la condición de 16 horas y 30°C es el óptimo para obtener un buen rendimiento y una concentración considerable de proteínas.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con el financiamiento del Proyecto: Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas (PAPIIT IT201216) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

### REFERENCIAS

- [1] Ordoñez N. (2010). La versatilidad del chícharo *Pisum sativum*. Tecno Agro. Recuperado el 18 de febrero de 2017. <https://tecnoagro.com.mx/revista/2009/no-52/la-versatilidad-del-chicharo-pisum-sativum/>
- [2] Millán F. y Vioque, J. Los hidrolizados proteicos en alimentación: Suplementos alimenticios de gran calidad funcional y nutricional. AGROCSIC. 2-8.
- [3] Bradford, M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*. 72: 248-254.

25  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Desarrollo de un helado funcional sabor vainilla bajo en calorías y grasa empleando sustitutos de azúcar y un prebiótico

V. Salinas Biviano, J. Manríquez Maya, C. Moreno Ramos, S. E. Valdés Martínez

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Taller Multidisciplinario de Procesos Tecnológicos de Lácteos. Av. 1° de Mayo s/ número Santa María las Torres, Campo uno, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México

Correo: qfbmoreno@hotmail.com



Helado sabor vainilla

### INTRODUCCIÓN:

Se desarrolló un helado sabor vainilla bajo en calorías, grasa y rico en fibra apegado a la normatividad vigente en cuanto a su composición química y microbiológica, realizando pruebas de evaluación sensorial para conocer la aceptación o rechazo de este. Para lo cual se realizaron 6 formulaciones empleando sustitutos de azúcar solos y en combinación (acesulfame K, aspartame y sucralosa). Se empleó inulina como sustituto total de grasa en el helado. Una vez elaborados los helados, se les realizó una evaluación sensorial para seleccionar aquel de mejores características como dulzor, textura, color y estabilidad, al cual se le hizo un análisis químico proximal para comprobar que se encuentra dentro de la normatividad mexicana vigente en cuanto su composición, un análisis microbiológico para garantizar la inocuidad del producto y finalmente una evaluación sensorial para conocer la semejanza de este con un helado comercial y asegurar su aceptación por parte del consumidor.

### ANTECEDENTES

La leche resulta ser el alimento completo que cubre todas las necesidades nutricionales, debido a esto se han ido desarrollando productos que contengan derivados lácteos como los helados, los cuales se definen como un alimento de sabor dulce que se consume en estado congelado que puede contener derivados lácteos, frutas y otros aditivos sápidos, sustancias aromáticas y colorantes.

En los últimos años, se han producido cambios significativos en patrones alimentarios caracterizados por el aumento del consumo de grasas saturadas, azúcares, alimentos procesados y disminución del consumo de fibras provocando mayor incidencia de enfermedades crónicas como obesidad, hipertensión, dislipemias y diabetes tipo 2, por lo que la tecnología alimentaria ha generado innovaciones e ingredientes de alto valor agregado, aplicables a alimentos funcionales como la inulina que estimular el crecimiento de bacterias benéficas, reforzar el sistema inmunológico, entre otros. En postres congelados, la inulina permite reemplazar el 100% de las grasas garantizando estabilidad, sabor cremoso, suave y similar a las mismas [1].

### OBJETIVO

**Objetivo General.** Desarrollar un helado sabor vainilla bajo en calorías y grasa, empleando inulina como sustituto de grasa vegetal, y sucralosa, acesulfame k y aspartame como sustitutos de azúcar, seleccionando el edulcorante con mayor preferencia mediante una evaluación sensorial,

de modo que sus características sean semejantes a las de un helado comercial bajo la normatividad vigente (NOM-086-SSA-1994).

### OBJETIVO

1. Elaborar 6 helados de vainilla bajos en calorías y grasa mediante el uso inulina y edulcorantes (acesulfame k, aspartame y sucralosa) solos y en combinación (sucralosa-acesulfame k; sucralosa- aspartame; aspartame- acesulfame K) para ser evaluados mediante pruebas sensoriales.
2. Realizar una evaluación sensorial a los helados elaborados mediante pruebas de preferencia y satisfacción para seleccionar el helado con el edulcorante o mezcla de ellos de mayor preferencia por jueces no entrenados.
3. Determinar las propiedades físicas (densidad, viscosidad) y fisicoquímicas (pH, acidez) del helado seleccionado y compararlas con las de un helado reducido en grasa y un helado para diabético, ambos comerciales para evaluar la calidad del helado experimental.
4. Determinar el contenido calórico y composición química del helado seleccionado mediante un análisis químico proximal para evaluar su conformidad con la normatividad vigente (NOM-086-SSA-1994) para un helado bajo en calorías y grasa, y así compararlo con los dos helados comerciales.

5. Determinar la carga microbiana (Organismos Coliformes totales, Salmonella spp, Mohos y levaduras, Mesofílicos aerobios) del helado seleccionado para asegurar que se encuentra dentro de los límites máximos permitidos según la normatividad vigente (NOM-243-SSA1-2010) y garantizar la inocuidad de éste y que fue elaborado bajo las Buenas Prácticas de Manufactura.

**METODOLOGÍA**

Se trabajó con dos helados comerciales (A y B), a los cuales junto con el helado experimental seleccionado se les hicieron pruebas físicas, fisicoquímicas y un análisis químico proximal.

Densidad por picnometría, viscosidad mediante un viscosímetro de cilindros concéntricos, pH por potenciómetro y acidez NMX-F-511-1988.

Humedad se realizó por secado en estufa, grasa por Rose-Gottlieb [2], proteína por MicroKjeldahl, carbohidratos por Lane y Eynon, cenizas por método gravimétrico y fibra por método gravimétrico enzimático. El contenido calórico se determinó bajo la NOM-051-SCFI-/SSA1-2010., Los parámetros de calidad fueron overrun y masa derretida [1], los análisis microbiológicos se hicieron bajo la NOM-243-SSA1-2010.

Las evaluaciones sensoriales se hicieron mediante pruebas de preferencia y grado de satisfacción.

A los resultados de los análisis físicos, fisicoquímicos y el proximal se les realizaron medidas de tendencia central, a los resultados de las evaluaciones sensoriales se les realizó un anova con el programa estadístico SPSS.

**RESULTADOS PRINCIPALES**

En la tabla 1, se presenta la formulación de mayor preferencia con respecto a las demás, siendo la de Sucralosa de mayor agrado.

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Agua</b>	76.97
<b>Leche en polvo</b>	20
<b>Inulina</b>	2.5
<b>Suero leche</b>	0.5
<b>Sucralosa</b>	0.03

En la figura 1 se observa el porcentaje de grasa del helado experimental comparado contra los comerciales

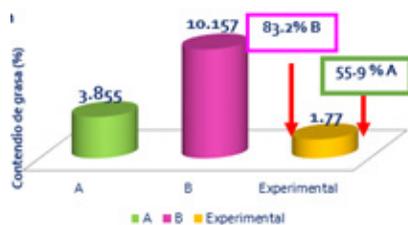


Figura 1. Contenido de grasa (%) de helados comerciales y experimental-sucralosa.

El contenido calórico del helado experimental-sucralosa fue de 35.8 calorías / 50 g de producto.

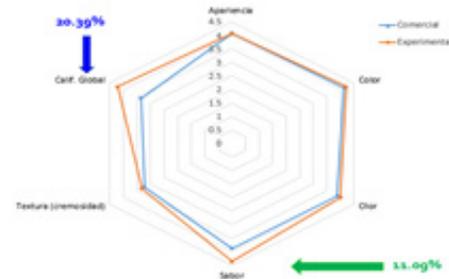


Figura 2. Comparación de parámetros sensoriales entre helado comercial y experimental.

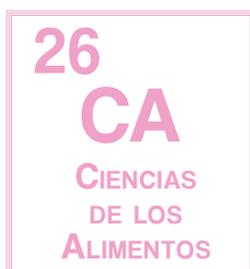
**CONCLUSIONES**

La formulación (sucralosa) fue la de mayor agrado. El contenido de grasa es menor que los helados comerciales. El contenido calórico cumple con lo establecido por la normatividad para considerarse bajo en calorías.

**REFERENCIAS**

[1] Villacís-Barba E. A., (2010). Formulación de helados aptos para diabéticos. Tesis para obtener el título de ingeniera agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Julio.

[2] Pearson, D. (1981). Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.



## Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del aceite comestible de reúso adicionado con BHT

D. Ayón, B. Domínguez, L. Estrada, D. Jiménez, E. Palacios, E. Rojas, L. Salinas, C. Silva, M. del R. Gallegos y A. Domínguez, Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Carretera Federal Toluca-Ixtapan de la Sal km 64.2 La Finca Villa Guerrero, Estado de México

Correo: dgandalf@hotmail.com

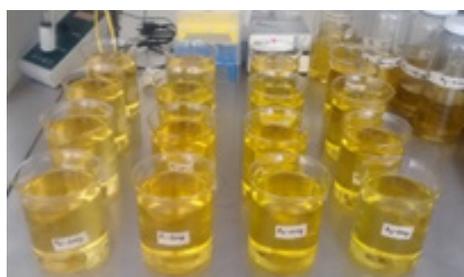


Figura 1. Muestras de aceites sometidos a los tratamientos

### INTRODUCCIÓN:

El aceite comestible de reúso genera productos oxidados y tóxicos, atribuidos principalmente al tratamiento térmico al que es sometido, lo cual contribuye a problemas de salud y repercute en la calidad de los alimentos. En este estudio, se realizó una evaluación de las propiedades fisicoquímicas del aceite de girasol adicionado con diferentes concentraciones de antioxidante BHT (0, 50, 100 y 150 mg/L) sometido a un proceso discontinuo de freído utilizando como alimento, papas cortadas en laminillas. De las muestras obtenidas, se determinó la calidad del aceite mediante pruebas como índice de saponificación, índice de peróxido, índice de acidez, viscosidad, densidad relativa y color (luminosidad). En general, el BHT disminuyó los valores de índice de saponificación e índice de acidez. En las diferentes concentraciones de BHT, el índice de peróxidos fue mayor en R3, con los 150 mg de BHT/L se mantiene la luminosidad del aceite comparada con las otras concentraciones.

### ANTECEDENTES

Desde la antigüedad, los aceites de origen vegetal han sido utilizados en el proceso de freído en alimentos [1]. Son productos de origen vegetal o animal, cuyos componentes principales son triésteres de ácidos grasos y glicerol que en conjunto se les denomina como "triglicéridos" [2], éstos, al ser sometidos a tratamientos térmicos, generan productos oxidados y a su vez tóxicos que pueden contribuir a problemas de salud, así como, un impacto en las propiedades sensoriales de los alimentos.

En estudios recientes se ha evaluado la calidad de aceites vegetales utilizando diferentes antioxidantes naturales y sintéticos. En uno de los estudios para determinar la calidad del aceite de girasol, se utilizó extracto de oliva como antioxidante natural y BHT como antioxidante sintético evaluando parámetros de calidad como yodo y oxidación, los resultados mostraron que el extracto de oliva otorga buena estabilidad oxidativa en comparación con el sintético [3].

No obstante, la evaluación de BHT y Noxy-Nat® en aceite de palma aplicado en pollo frito, mostró que el Noxy-Nat® inhibió en un 59% el deterioro oxidativo, demostrando una actividad antioxidante mayor en comparación con el BHT [4].

Por otra parte, entre las pruebas de calidad en aceites (índice de yodo, índice de peróxido, saponificación y viscosidad) realizadas al aplicar BHT en diferentes concentraciones (0.05, 0.1, 0.2 y 0.5 p/p) en aceite de ajonjolí, mostraron que la concentración de BHT influye de mane-

ra directa en el aceite, en donde a 0.1% de concentración, resultó la única que presentó mayor resistencia a la oxidación en comparación con el resto [5].

### OBJETIVO

Evaluar la variación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en el aceite, adicionado con el antioxidante BHT, antes y después del reúso

### METODOLOGÍA

Se utilizó aceite de girasol marca "Cristal" de la empresa Zafra en una presentación de 20 L; el BHT se adquirió de la empresa Aditives & Colors en una presentación de 500 g. Para simular los reúsos con alimento se utilizaron papas del cultivar Alpha, provenientes de Tenancingo, Estado de México.

En la preparación de las muestras, el aceite se sometió a tratamientos térmicos de  $185 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 10 minutos, con una relación 8:1 de aceite/alimento (v/p) para cada reúso, para la adición del antioxidante (0, 50, 100 y 150 mg/L) se siguió un diseño completo al azar, dando como resultado que en R0 no hubo tratamiento térmico, R1 fue el primer tratamiento térmico, R2 fue el primer reúso del aceite, sometido al segundo tratamiento térmico y finalmente R3 fue el segundo reúso sometido al tercer tratamiento térmico, misma temperatura y por los mismos 10 minutos.

Posteriormente se tomaron muestras de los diver-

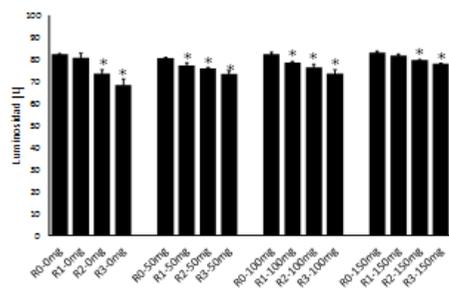
osos aceites (R0-R3) y se les realizó las siguientes pruebas fisicoquímicas: índice de peróxido de acuerdo a la NMX-F-154-1987, índice de saponificación de acuerdo a la NMX-F-174-S-1981, índice de acidez de acuerdo a la NMX-F-101-1987, densidad relativa de acuerdo a la NMX-F-075-1987 y viscosidad con el viscosímetro Brookfield DV-II+. Finalmente, los resultados fueron analizados en el software STATISTICA 7.0

## RESULTADOS PRINCIPALES

En la tabla 1 se muestran los resultados de las pruebas fisicoquímicas y en la figura 2 se muestra la variación del color usando el espacio de color CIELAB, solo se muestra la luminosidad, del aceite sometido a los diferentes tratamientos.

Tabla 1. Resultados de pruebas fisicoquímicas. Los resultados se muestran como la media  $\pm$  desviación estandar

Tratamiento	Índice de saponificación n (%)	Índice de peróxido (meq/Kg)	Índice de acidez (% ácido oleico)	Viscosidad (cP)	Densidad relativa (g/mL)
R0-0mg	219.35 $\pm$ 3.12	2.00 $\pm$ 0.00	0.27 $\pm$ 1.15E-01	59.33 $\pm$ 1.15	0.9957 $\pm$ 1.16E-04
R1-0mg	194.85 $\pm$ 2.34	6.67 $\pm$ 0.58	0.23 $\pm$ 5.77E-02	57.33 $\pm$ 1.15	0.9469 $\pm$ 2.62E-05
R2-0mg	195.04 $\pm$ 0.86	5.50 $\pm$ 0.50	0.15 $\pm$ 5.00E-02	59.33 $\pm$ 1.15	0.9871 $\pm$ 1.86E-04
R3-0mg	196.35 $\pm$ 1.48	6.67 $\pm$ 0.58	0.17 $\pm$ 5.77E-02	62.67 $\pm$ 2.31	0.9970 $\pm$ 5.27E-04
R0-50mg	200.84 $\pm$ 1.68	3.00 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 3.40E-17	56.67 $\pm$ 1.15	0.9827 $\pm$ 2.34E-04
R1-50mg	191.30 $\pm$ 1.48	5.67 $\pm$ 0.58	0.23 $\pm$ 5.77E-02	56.67 $\pm$ 1.15	0.9968 $\pm$ 1.34E-04
R2-50mg	194.48 $\pm$ 1.71	6.50 $\pm$ 0.50	0.18 $\pm$ 2.89E-02	60.00 $\pm$ 0.00	0.9986 $\pm$ 2.03E-03
R3-50mg	232.25 $\pm$ 1.12	8.67 $\pm$ 0.58	0.20 $\pm$ 3.40E-17	59.33 $\pm$ 1.15	0.9872 $\pm$ 3.31E-04
R0-100mg	195.60 $\pm$ 1.71	4.17 $\pm$ 0.29	0.20 $\pm$ 3.40E-17	60.67 $\pm$ 1.15	0.9931 $\pm$ 1.97E-03
R1-100mg	198.03 $\pm$ 0.97	3.00 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 3.40E-17	56.67 $\pm$ 1.15	0.9883 $\pm$ 4.37E-04
R2-100mg	186.63 $\pm$ 1.97	5.33 $\pm$ 0.58	0.20 $\pm$ 3.40E-17	56.00 $\pm$ 0.00	0.9811 $\pm$ 4.48E-04
R3-100mg	202.15 $\pm$ 1.97	9.33 $\pm$ 0.58	0.20 $\pm$ 3.40E-17	56.67 $\pm$ 1.15	0.9969 $\pm$ 2.16E-04
R0-150mg	153.90 $\pm$ 1.30	4.33 $\pm$ 0.58	0.20 $\pm$ 3.40E-17	56.67 $\pm$ 1.15	0.9932 $\pm$ 4.09E-04
R1-150mg	137.26 $\pm$ 1.71	4.83 $\pm$ 0.29	0.20 $\pm$ 3.40E-17	56.00 $\pm$ 0.00	0.9953 $\pm$ 3.39E-04
R2-150mg	140.62 $\pm$ 1.17	5.67 $\pm$ 0.58	0.20 $\pm$ 3.40E-17	59.33 $\pm$ 1.15	0.9898 $\pm$ 5.31E-04
R3-150mg	151.66 $\pm$ 0.86	6.00 $\pm$ 0.00	0.15 $\pm$ 5.00E-02	56.67 $\pm$ 1.15	0.9917 $\pm$ 3.28E-04



## CONCLUSIONES

El índice de saponificación aumento con el reuso, sin embargo, el BHT disminuyo los valores en general. El índice de acidez mostró valores mayores en el aceite libre de BTH. El índice de peróxidos fue mayor en R3 en todos los tratamientos. Por último, en el color del aceite se observa una pérdida de luminosidad con los reusos, sin embargo, el tratamiento con 150 mg de BTH mantiene la luminosidad.

## REFERENCIAS

- [1]. Montes, N.; Millar, I.; Provoste, R.; Martínez, M.; Fernández, D.; Morales, G.; Valenzuela, R. (2016) Oil absorption in fried foods. *Rev Chil Nutr*, 43(1), 87-91.
- [2]. Durán, A. S.; Torres, G. J.; Sanhueza, C. J. (2015) Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 11-19.
- [3]. Taghvaei, M.; Mahdi, S. (2015) Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *J Food Sci Technol*, 52(3), 1272-1282.
- [4]. Zapata, A.; Vanegas, N.; Rojano, B. (2014) Oleína de Palma Estabilizada con Antioxidante Natural de Romero en un Proceso Discontinuo de Fritura. *Información tecnológica*, 25(2), 131-140.
- [5]. Delgado, A.; Palacio, O.; Aperador, W. (2015) Efecto de Butil Hidroxitolueno (BHT) en la Estabilidad Oxidativa de un Lubricante a Base de Aceite de Ajonjolí. *Información tecnológica*, 26, 81-88.



## Estabilidad de un saborizante de guayaba en un confite duro

M. Alonso, R. Vázquez, A. Olmedo, N. Romero, D. Ortiz, E. Galeana, B. González, G. Acacio, E. Pulido Alba, M. Ramírez-Gerardo.  
División de Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.  
Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. Carretera Federal Toluca - Ixtapan de la Sal KM. 64.5, La Finca,  
51760 Villa Guerrero, Méx

Correo: maritthza@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

El consumo de productos elaborados a partir de materias primas naturales, ha en los últimos años como una alternativa al consumidor. El objetivo del estudio fue determinar la estabilidad del sabor en un confite duro utilizando pulpa de guayaba (*Psidium guajava*) a través de una evaluación sensorial y pruebas de pH, °Brix y acidez titulable. Los valores de pH registrados en la pulpa de guayaba oscilaron entre 2.8 y 3.3, los °Brix entre 6.13 a 7.7, valores ubicados dentro de los parámetros establecidos (CODEX STAN 247-2005), en la prueba sensorial el 70% de los panelistas mostró preferencia por el producto que se elaboró con el saborizante sintético, a un 30 % les fue agradable el sabor, color y olor del confite con 100% pulpa de guayaba (*Psidium guajava*).

### ANTECEDENTES

La elaboración de los productos de confitería y alimentos a base de azúcar ha generado el desarrollo de dos tipos de dulce de azúcar: dulces fondant y los de azúcar con agua elaborados a temperaturas altas (150-166 °C), donde se forma una masa vítrea al enfriarse [1].

Como componente importante de los confites se encuentran los saborizantes, que se reconocen como aditivos alimentarios, los cuales son sustancias aromáticas utilizadas para conferir o potenciar el aroma y el sabor de los alimentos sin finalidad nutricional y se clasifican en naturales o sintéticos [2].

La utilización de pulpa para la elaboración de confites se ha reportado en diferentes estudios donde se ha analizado químicamente a la pulpa de guayaba mediante pruebas de pH, °Brix y acidez titulable como indicadores de la calidad del producto [3]. Otras caracterizaciones de la pulpa se han realizado para desarrollar una goma de mascar como un sistema modelo y estudiar la influencia de polioles y pulpa de fruta, donde además, evaluaron la textura y las propiedades sensoriales [4].

En otros estudios se ha desarrollado procesos e indicadores de calidad para la elaboración de caramelos con inclusión de miel y polen apícola; se evaluaron en los caramelos diferentes formulaciones y condiciones de proceso y características sensoriales como: textura, sabor, propiedades fisicoquímicas utilizando una muestra comercial como control [5].

### OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar la estabilidad del sabor en un confite duro utilizando pulpa de guayaba, a través de una evaluación sensorial y análisis de

pH, °Brix y acidez. Se considera que un confite elaborado con pulpa natural de guayaba cumple con las especificaciones establecidas para un confite con saborizante sintético y que su sabor y color no cambian en un periodo de 15 días.

### METODOLOGÍA

Se utilizó guayaba (*Psidium guajava*) del municipio de Coatepec Harinas, en el Estado de México. El diseño experimental que se utilizó fue completo al azar. Para ello se desarrollaron tres formulaciones con pulpa natural de guayaba y una formulación control, en la cual se utilizó el saborizante sintético como control (Tabla 1). Todas las formulaciones así como el control incluyeron 35% de azúcar, 40 % de agua y 25% de glucosa.

Tabla.1 Tratamientos utilizados en el diseño experimental

Muestra	Pulpa de guayaba %	Saborizante sintético %
CT	---	1
F1	100	---
F2	75	---
F3	50	---

Para obtener la pulpa las guayabas se seleccionaron de tamaño homogéneo y en buen estado, se lavaron y escaldaron a 90° C por 5 minutos. A la pulpa se le determinó °Brix con un refractómetro (Pocket PAL-2), pH

(potenciómetro TPA-IV) y acidez titulable (AOAC 2013). Se realizó un diseño completamente al azar. Siendo CT la muestra control con 1% saborizante sintético que se tuvo como base, F1 la con 100 % pulpa, F2 con 75 % pulpa y F3 con 50 % pulpa. Finalmente se realizó una evaluación sensorial a los confites duros con 30 panelistas.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los valores de pH registrados en la pulpa de guayaba oscilaron entre 2.86 a 3.03 (Tabla 2), estos son relativamente menores a los reportados por Ruiz et al., (2013) quienes encontraron intervalos de 3.6 a 3.76. Esto pudo haber tenido influencia a la variedad de guayaba [6].

**Tabla 2. Resultados de las medias y su desviación estándar de pruebas realizadas en pulpa de guayaba.**

Tratamientos	°Brix	pH	Acidez titulable
CT	7.2 ± 0.17	3.03 ± 0.05	0.99 ± 0.006
F1	6.86 ± 0.05	2.86 ± 0.05	0.811 ± 0.05
F2	7.7 ± 0.5	3.03 ± 0.5	0.92 ± 0.03
F3	6.13 ± 0.15	2.83 ± 0.5	0.69 ± 0.05

De las 3 repeticiones que se realizaron en cada formulación para la determinación de °Brix se registraron los promedios de 6.13 a 7.7 en la pulpa de guayaba cumpliendo con las especificaciones para la elaboración de un confite como indica el (CODEX STAN 247-2005), siendo estos valores semejantes para poder ser utilizada esta pulpa.

Respecto a la prueba sensorial que se aplicó no se logró satisfacer estos aspectos organolépticos para los panelistas, no fue satisfactorio los confites elaborados con pulpa natural en sus diferentes concentraciones, no lograron identificar su sabor natural del fruto, el 70% de los panelistas mostró preferencia por el producto control que se elaboró con el saborizante sintético, sin dejar desapercibido que para un 30 % les fue agradable tanto sabor y color del confite elaborado al 100 % fruta natural. Sin embargo en estudios ya realizados de productos que contienen diferentes sustancias los consumidores les agradan y aceptan.

### CONCLUSIONES

Se logró estabilizar el sabor de un confite duro en donde se utilizó un saborizante natural de guayaba.

### REFERENCIAS

- [1] Wolf, B. (2016). Confectionary and Sugar-Based Foods. All rights reserved. pp.1-4
- [2] Marqués, S.G; Silva, O.S.L. y Peron, P.A. (2015). Cytotoxic and genotoxic potetial of liquid synthetic food flavorings evaluated alone and in combination. Food Science and Technology, 35 (1), pp.183-188.
- [3] Andrade, P.R.D.; Ortega, Q.F.A.; Montes, M.E.J.;(2013). Caracterización fisicoquímica y reológica de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedades Híbrido de klom Sali, Puerto Rico, C 14 y Red. Vitae, 16 (1), pp.13-18.
- [4] Silva, B.L.; Queiroz, B.M.; Fonseca, C.C.R.; Germer, M.P.S. y Efraim, P. (2015). Chewy candy as a model system to study thr influence of polyols and fruit pulp (acaí) on texture and sensorial properties. Food Science and Technology, pp.1-33.
- [5] Rodríguez, M. D.; Moreno, D.C. y Novoa, C. (2015). Condiciones de proceso e indicadores de calidad para la elaboración de caramelos blandos con inclusión de miel y polen apícola. pp.1-6
- [6] Jarquín, S. D.Ma.; Saavedra, L. B.S; Rindermann, S.R; Huato, D. M.A.(2013) Producción de guayaba [*Psidium guajava* (L.) Burm.] en el Estado de México, México Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (4), Noviembre, pp.1081-1093



## Formulación de una goma de mascar adicionada con extracto de Té verde y aceite de clavo

M. Fuentes; A. González; L. González; C. Rogel; D. Segura; J. Villegas; R. Montes de Oca y A. Domínguez.  
Ing. en Industrias Alimentarias, Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero

Correo: dgandalf@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN:



En los seres humanos, la boca es parte integral de la digestión, el habla y la respiración. La ingesta frecuente de hidratos de carbono, especialmente azúcares, aumenta el riesgo de sufrir enfermedades dentales, además de la falta de medidas higiénicas adicionales aumentan el riesgo de contraer enfermedades bucales por tratarse de productos con alto contenido en azúcares y un pH ácido. El objetivo del presente trabajo fue la formulación de una goma de mascar adicionada con extractos de té verde (ETV) y aceite de clavo (AC) como inhibidores de los principales microorganismos presentes en la cavidad bucal, causantes de caries. Se observó que la goma de mascar adicionada con 100mg ETV/g de goma y 1μL/g de goma fue la que mejores resultados mostró in vitro.

### ANTECEDENTES

Jalayer N. y cols.(2011) determinaron la actividad antimicrobiana del té verde de Irania y el té negro contra las cepas del *Streptococcus mutans* utilizando cinco concentraciones diferentes (50mg/mL, 100mg/mL, 200mg/mL, 300mg/mL y 400 mg/mL) se observó que el té verde y negro Iraní tuvieron un efecto antibacterial en las concentraciones de 100 hasta 400 mg/mL. La concentración mínima inhibitoria del té verde fue de 150 mg/mL y del té negro fue de 50mg/mL. La zona de inhibición fue de 9.5 mm y 15 mm para el té verde y negro respectivamente [1]. Tahir A. y cols. (2011) compararon la actividad antibacteriana y la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto acuoso y etanólico del té verde de una muestra comercial frente al *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus mutans* mediante el método de difusión. Encontraron que el extracto acuoso produjo zonas de inhibición de 6 a 18 mm. y de 8 a 27 mm., frente a *L. acidophilus* y *S. mutans* respectivamente; sin embargo, el extracto etanólico tuvo halos de inhibición de 15 a 33 mm. y 19 a 35 mm. Otro aspecto que se evaluó fue la CMI, para el extracto etanólico la medida fue de 0.7 mg/mL para ambas bacterias; mientras que para el extracto acuoso fue de 0.9 mg/mL y 0.8 mg/mL para *L. acidophilus* y *S. mutans*. Los resultados mostraron que el extracto etanólico del té verde tenía mejor actividad antibacteriana frente al extracto acuoso de té verde [2].

### OBJETIVO

El presente trabajo tiene por objetivo la formulación de una goma de mascar adicionada con extractos de té verde y aceite de clavo como inhibidores de los principales microorganismos presentes en la cavidad bucal, causantes de caries.

### METODOLOGÍA

Evolución de la inhibición microbiana. De acuerdo a [3], sobre la superficie de una placa de agar se inoculó una cantidad estandarizada de bacterias, sembrándolas de forma uniforme para obtener un césped bacteriano. Se colocaron discos de la goma de mascar con diferentes concentraciones del ETV (50, 100, 200, 300 y 400 mg/g) como vehículo del extracto se utilizó 500μL/glicerina grado alimenticio por cada 10g de goma base. En todas las formulaciones se utilizó 1μL de AC/g de goma base. Se incubó la placa durante 48 horas a 34 ±2°C. después de la incubación se miden los halos de inhibición que presenta cada formulación.

Se determinó la humedad, mediante la termo-balanza, y la densidad de la goma de mascar a partir de su peso y el cálculo del volumen de la goma de mascar en forma de laminilla.

Se realizó una prueba mecánica para determinar elasticidad de la goma desarrollada, en comparación con una goma de mascar comercial las medidas de las gomas son iguales el peso aplicado fue de 7g para ambas se aplicó a partir de los 5cm

## RESULTADOS PRINCIPALES

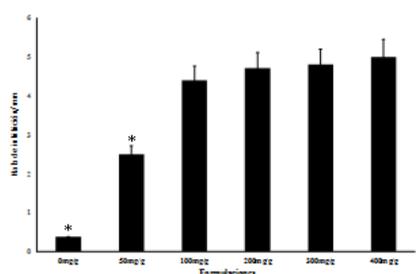


Gráfico 1. Se muestra el halo de inhibición de cada concentración, los (\*) denotan diferencias significativas ANOVA de una vía seguida de prueba de Tukey ambas con un nivel de significancia  $p < 0.05$

Tabla 1. Humedad y densidad de las gomas desarrolladas

Contenido de ETV	Densidad	Humedad
50mg/g	1.25g/cm <sup>3</sup>	1.1 ± 0.2%
100mg/g	1.22g/cm <sup>3</sup>	1.3 ± 0.1%
200mg/g	1.2g/cm <sup>3</sup>	1.3 ± 0.1%
300mg/g	1.2g/cm <sup>3</sup>	1.4 ± 0.2%
400mg/g	1.18g/cm <sup>3</sup>	1.4 ± 0.2%

En cuanto a la elasticidad se refiere la formulación con una concentración de 100mgETV/g de goma, tuvo una elasticidad mayor que los comerciales en un 10%.

## CONCLUSIONES

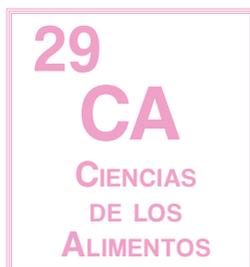
Las gomas adicionadas con ETV a partir de una concentración de 100mg/g y hasta los 400mg/g exhibió un buen halo de inhibición, por lo cual se eligió la de 100mg ETV/g, debido a que no presentó diferencia significativa con las concentraciones más elevadas, por lo cual utilizar esta concentración nos redituará en un ahorro de ETV y una reducción de costos. La goma obtenida tuvo características de densidad, humedad y elasticidad similares a los controles comerciales existentes. El siguiente paso es evaluar la efectividad de la goma desarrollada con los consumidores que presentan una alteración de salud en la cavidad oral.

## AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero por facilitar el uso de sus instalaciones.

## REFERENCIAS

- [1] N. Jalayer Naderi, M. Niakan, M. J. Kharazi Fard, and S. Zardi (2011). Antibacterial Activity of Iranian Green and Black Tea on Streptococcus Mutans: An In Vitro Study, *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences*, v.8 (2); Spring 2011 PMC3184736
- [2.] P. Anita, Shyam Sivasamy, P. D. Madan Kumar, I. Nanda Balan, and Sumathi Ethiraj (2015). In vitro antibacterial activity of Camellia sinensis extract against cariogenic microorganisms. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*. 6(1): 35–39.
- [3.] M. Bernal, M. Guzmán. (1984). El antibiograma de discos. Normalización de la técnica de kirby-bauer. Vol. 4, No. 3 y 4.



## Evaluación sensorial de leche condensada de mango a la adición de colorante sintético

Aguirre, Benhumea, Esteban, Izquierdo, Mejía, Montes de Oca, Rodríguez, Bravo, Saldivar, Vilchis.  
Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. La Finca Villa Guerrero,  
Carretera Federal Toluca-Ixtapan de la Sal, KM. 64.5.

Correo: relvia@colpos.mx

### INTRODUCCIÓN:



Los colorantes naturales presentes en las frutas tienden a perderse cuando son sometidos a procesos térmicos. Por otro lado los colorantes sintéticos pese a su estricta regulación en la industria alimentaria también representan una solución frente al desarrollo de productos, ya que estos son termoestables, estandarizados y económicos. Se desarrolló una leche condensada de mango formulada con diferentes concentraciones de colorante amarillo corn flakes (50, 100 y 150 mg kg<sup>-1</sup>), la cual presentó un contenido de 75% de sólidos totales y 49° Brix, fue evaluada sensorialmente para determinar el efecto visual de la adición del colorante sintético y su relación con la aceptabilidad del producto. Se determinó una preferencia hacia la formulación con 150 mg kg<sup>-1</sup> resultado de la relación color amarillo y el mango, materia prima con el que se elaboró el producto

### ANTECEDENTES

El color natural de los alimentos es una característica propia y a su vez es una de las más sensibles ante cualquier modificación, de igual manera es un factor sensorial de alto impacto en la decisión del consumidor. Los pigmentos naturales (carotenoides, antocianinas y compuestos fenólicos) de las materias primas suelen ser termosensibles y tienden a perderse a lo largo del proceso de manufactura [1] la reciente solución a dicho problema es el empleo de colorantes sintéticos debido a que son económicamente rentables y térmicamente estables otorgando al producto mayor estabilidad visual y una estética agradable [2].

El uso de colorantes sintéticos está estrictamente regulado por normas nacionales e internacionales tales como el Codex Alimentarius, las NOM o los reglamentos técnicos por mencionar algunos, las cantidades de uso en la elaboración de un alimento son relativamente bajas debido a la creciente preocupación de sus efectos en la salud [1] [3] [4] [5].

Sin embargo, respetando las concentraciones estipuladas, el uso de colorantes puede representar una técnica viable en la mejora de los aspectos visuales de un producto. Para ello es necesario evaluar sensorialmente las propiedades organolépticas del producto y así determinar si el uso de un colorante es apropiado [6] [7].

### OBJETIVO

Determinar la concentración adecuada del colorante sintético amarillo corn flakes con la que el consumidor identifique el producto respetando los límites establecidos por los reglamentos técnicos y el Codex Alimentarius en materia de aditivos alimentarios

### METODOLOGÍA

Con agitación constante y calentamiento a fuego lento, se mezclaron 100 mL de agua purificada a 56 °C y azúcar refinada hasta disolución y alcanzar 68 °C, se agregó la leche en polvo marca Alpura, y se disolvió hasta 64°C, finalmente se agregó la pulpa de mango hasta 10 °Brix. Se dejó enfriar hasta una temperatura de 64 °C, se homogeneizó en una licuadora marca Oster en 4 sesiones de 2 minutos. Finalmente se determinó la concentración de azúcar por refractometría y sólidos solubles totales (NMX-F-112-1970).

Se empleó un diseño experimental completo al azar con las formulaciones 50, 100, 150 mg kg<sup>-1</sup> y se evaluó su efecto en la aceptación del producto mediante el análisis sensorial del mismo, el cual se realizó con 20 panelistas no entrenados alumnos y docentes del Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero con una prueba efectiva de aceptación analizada con la tabla de significancia de 5% de Kramer.

### RESULTADOS PRINCIPALES

#### A) Caracterización de la leche condensada de mango

Con la formulación empleada (100 g de leche en polvo entera, 100 mL de agua, 200 g de azúcar y 100 mL de jugo de mango a 10° Brix y 50, 100, 150 mg kg<sup>-1</sup> de colorante amarillo corn flakes) se obtuvo un producto con 74.98 ± 1.22% de sólidos totales, valor que se encuentra dentro de lo estipulado en la norma NMX-F-050-1971. Dicha norma no especifica el valor de °Brix, por lo que para caracterizar el producto elaborado se realizó la determinación a una leche condensada comercial obteniendo 44

°Brix, en comparación con la evaluada en la leche condensada de mango (Tabla 1).

**Tabla 1. Resultados de medición de °Brix de la leche condensada formulada.**

Muestra	Testigo	Form. 1	Form. 2	Form. 3
°Brix	48.08 ± 2.05	49.15 ± 1.73	48.85 ± 1.27	45.95 ± 2.10
Sólidos totales	74.67 ± 1.45	75.34 ± 2.67	73.27 ± 1.97	76.67 ± 1.12

#### A) Análisis sensorial de leche condensada de mango.

Este se realizó en el Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero enfocándose principalmente en la preferencia del color. Se presentaron 4 formulaciones ante los panelistas, mismos a los que se les indicó ordenarlas en la ficha de evaluación otorgando, la cual establecía valores con significado: No. 1 a la muestra de menor agradó y el No. 4 a aquella de mayor agradó; los resultados indicaron que la formulación preferida fue la 3 (Con 150 mg kg<sup>-1</sup> de colorante) (Tabla 2).

**Tabla 2. Resultados de la prueba efectiva de ordenamiento**

	S937 testigo	W381 Form. 1	A293 Form. 2	G343 Form. 3
Total	28	55	50	67

De acuerdo a la tabla de significancia del 5% de Kramer, para una población de 20 panelistas y con 4 muestras diferentes, el rango de aceptabilidad es de 39 a 61 puntos. Esto significa que la muestra testigo queda completamente descartada como aceptable y la favorita entre los panelistas es la formulación 3 con codificación G343 y 67 puntos.

El instrumento de evaluación empleado incluyó un apartado de observaciones donde los panelistas describieron otros aspectos de la leche condensada como: el olor, el sabor y la textura. Las observaciones describen la leche condensada con una textura agradable sin grumos, sabor a mango perceptible, olor agradable característico pero recomiendan mejorar la viscosidad y reducir la cantidad de azúcar.

#### CONCLUSIONES

Tras diversas formulaciones de la leche condensada de mango, se determinó que la formulación apropiada para la elaboración de dicho producto es la redactada en la metodología del presente trabajo. El producto formulado cumple con los parámetros estipulados en la norma oficial mexicana NMX-F-050-1971. El análisis sensorial muestra la aceptación de la formulación 3 con 150 mg kg<sup>-1</sup> de colorante amarillo corn flakes, reafirmando que el uso de colorantes en el desarrollo de productos influirá en la aceptación del mismo por los consumidores.

#### REFERENCIAS

- [1] Abbey, J.; Fields, B.; O'Mullane, M.; Tomaska, L.D. (2014) Food additives-Colorants. Encyclopedia of Food Safety.
- [2] Tolinski, M. (2015). Colorants. Additives for Polyolefins. pp. 103-116
- [3] Carmona, I. (2013) De colorantes sintéticos a naturales en la industria alimentaria, AGRIMUNDO Inteligencia competitiva para el sector alimentario, pp. 1-6
- [4] Amchova, P.; Kotolova H.; Ruda, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. Regulatory Toxicology and Pharmacology. pp. 1-9.
- [5] Labracque, L, I.; Patrick, V, M.; Milne, G, R. (2013). The Marketers' Prismatic Palette: A Review of Color Research and Future Directions. Psychology & Marketing. 30 (2). pp 187- 202.
- [6] Sedem, C.; Mensah, C.; Mawunyo F. (2016). Sensory and Proximate Characteristics of Annatto-colored Soy-wheat Cake Formulations. American Journal of Food and Nutrition, 4, 3, pp. 78-82
- [7] Anderson, T.; Bradie, N. (2015). Sensory Acceptability of Novel Sorrel/Roselle (Hibiscus sabdariffa L.). World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 9,7.

## Desarrollo de un recubrimiento activo para prolongar la vida poscosecha de guayaba

J. Trujillo, A. M. Sánchez, E. L. González, J. M. Martínez, G. Arias, M. Ramírez y S. Ventura.  
Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Carretera Federal Toluca-Ixtapan km 64.5 La Finca, Villa Guerrero, C.P 5176, Estado de México.

Correo: [sagnitev@yahoo.com](mailto:sagnitev@yahoo.com)

### INTRODUCCIÓN:

Los recubrimientos comestibles juegan un papel importante en el desarrollo de nuevos alimentos. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un recubrimiento activo para incrementar la vida útil de la guayaba, a partir de almidón, cera carnauba, glicerol, tween 80 y la inclusión de diferentes porcentajes de harina de cáscara de plátano. Se formularon cuatro tratamientos, T1, T2, T3 y T4 con 0, 0.25, 0.5 y 1% de harina de cáscara de plátano respectivamente. Los frutos se recubrieron por inmersión y se almacenaron a temperatura ambiente, evaluando durante un lapso de 7 días la tasa de respiración del fruto, pérdida de peso y grados Brix. Los resultados indicaron que el tratamiento T4 mostró un efecto favorable, reduciendo la tasa de respiración en un 30.5% con respecto al testigo, mientras que T3 resultó ser más eficiente al presentar un menor porcentaje en pérdida de peso. Ambos tratamientos retardaron el estado de maduración de la guayaba.



Guayaba con recubrimiento

### ANTECEDENTES

Un recubrimiento comestible es una capa fina y transparente, que se aplica alrededor de un alimento con el fin de proteger al producto de daños físicos, mecánicos, químicos y microbiológicos [1]. Por otro lado, se ha dado importancia a la inclusión de compuestos bioactivos en los recubrimientos para mejorar la vida de anaquel de los productos [2].

Los recubrimientos activos contienen compuestos bioactivos que migran hacia la matriz del alimento y pueden incorporarse para producir nuevos alimentos funcionales, alargar la vida útil y su calidad nutricional [3].

México ocupa el tercer lugar a nivel internacional en producción de guayaba, siendo Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas y el Estado de México los mayores productores de este fruto [4]. En el Estado de México se produce alrededor de 10,430 toneladas, de las cuales gran parte se generan en el municipio de Villa Guerrero. Sin embargo, aproximadamente el 15% de la producción se ve afectada durante el periodo poscosecha, lo que ocasiona pérdidas económicas a los productores.

Uno de los principales factores que causan estas pérdidas es el corto periodo de vida poscosecha de la fruta, además de los patógenos que afectan al cultivo y las malas técnicas de manipulación. Una alternativa para solucionar este problema es la implementación de recubrimientos activos.

En estudios anteriores se evaluó un recubrimiento a base de almidón de mandioca, aplicado en frutos de guayaba;

en el cual se analizó la capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana in vitro, mostrando una notable reducción durante el último día de estudio [5].

Otro recubrimiento evaluado en guayaba se desarrolló a base de almidón de papa, aloe vera y cera carnauba, con la finalidad de incrementar la vida útil de este fruto. El recubrimiento con 4% de almidón de papa resultó ser el más eficaz, prolongando por 10 días más la vida de la fruta en comparación con la muestra sin recubrir [6].

### OBJETIVO

Desarrollar un recubrimiento activo a base de harina de cáscara de plátano, para incrementar la vida útil poscosecha de la guayaba.

### METODOLOGÍA

Se recolectaron 60 guayabas en estado de maduración fisiológica, se lavaron y desinfectaron en una solución de cloro durante 15 minutos.

Se obtuvo una harina a partir de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*), la cual se incorporó a la formulación base de almidón (10%), cera carnauba (1%), glicerol (2.5%) y tween 80 (0.1%), en diferentes porcentajes, de acuerdo a un diseño completo al azar donde los tratamientos fueron: T1 sin harina de cáscara de plátano, T2 0.25%, T3 0.5% y T4 1.0% de harina de cáscara de plátano.

Las guayabas fueron recubiertas por inmersión durante 30 segundos y se evaluó en un lapso de 7 días la tasa de respiración, pérdida de peso, índice de deterioro y grados brix.

El análisis de datos se abordó con una prueba de ANOVA a un nivel de significancia de 0.05%, utilizando el software SAS versión 5.1. 2600.

### RESULTADOS PRINCIPALES

La tasa de respiración de guayaba en los cuatro tratamientos fue menor en comparación con el testigo. Lo que indica que la aplicación del recubrimiento aumenta la vida poscosecha (Fig. 1), lo cual es coincidente con lo reportado por (Achipiz, 2013). El tratamiento T4 mostró una mayor reducción en respiración con un valor del 30.5% con respecto al testigo.

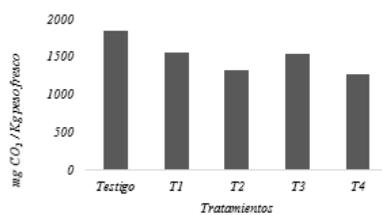


Figura 1. Tasa de respiración de guayaba.

En la figura 2 se observa la pérdida de peso de guayabas a través del tiempo, el tratamiento T3 presentó la menor pérdida de peso y fue similar al testigo, por lo tanto, se considera para esta variable, el tratamiento más apropiado como recubrimiento para guayaba.

A pesar de las variaciones en el peso de la guayaba en cada tratamiento, se encontró que estadísticamente no fueron diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ).

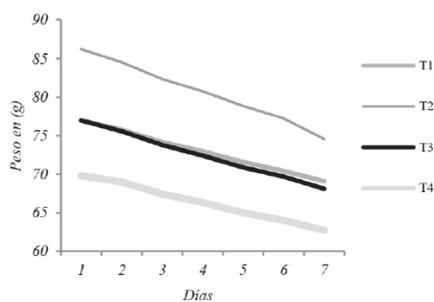


Figura 2. Pérdida de peso.

El tratamiento T2 presentó un menor contenido de sólidos solubles totales en el día 7, con respecto al T1 (Fig. 3). Sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos.

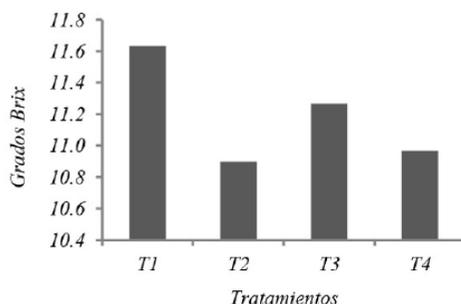


Figura 3. Medición de Grados Brix.

### CONCLUSIONES

El desarrollo de un recubrimiento a partir de almidón, cera carnauba, glicerol, tween 80 y una concentración de 0.5 a 1% de harina de cáscara de plátano puede ser una alternativa para incrementar la vida poscosecha de la guayaba.

### REFERENCIAS

- [1] Fernández, D.; Bautista, S.; Fernández, D.; Ocampo, A.; García, A.; Falcón, A. (2015) Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24(3), p.52-56.
- [2] Velázquez, A.; Guerrero, J. (2014) Departamento de ingeniería química, alimentos y ambiental, Universidad de las Américas. Puebla, México, p.5-12.
- [3] Quirós, A. E.; Ayala, J. F.; Olivas, G. I.; González, G. A. (2014) Journal of Food Science and Technology.
- [4] SAGARPA (2017). [http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC\\_0006-3.aspx](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_0006-3.aspx)  
Recuperado el 30/05/17.
- [5] Bezerra, A.; Fitzgerald, A.; Lins, L.C. (2015) Food Chemistry, p.108-116.
- [6] Achipiz, S.M.; Castillo, A.E.; Mosquera, S.A.; Hoyos, J.L.; Navia, D.P. (2013) Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, (2), p.92-100



## Desarrollo de un recubrimiento a base de proteína de soya para prolongar la vida anque del jitomate

E. Pedraza, J. Mondragón, Y. Embriz, J. Martínez, M. Millán, D. López, R. Leonides, y R. Gallegos.  
Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero

Correo: [rosario\\_gallegos13@hotmail.com](mailto:rosario_gallegos13@hotmail.com).



### INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes producidos en el mundo. Sin embargo, es altamente susceptible a ser atacado por microorganismos como bacterias y hongos los cuales causan su deterioro y por lo tanto la disminuyen su calidad. Una alternativa viable para solucionar esta problemática es con la aplicación de recubrimientos naturales que incrementen la vida de anaquel del fruto después de la cosecha. En el presente trabajo de investigación se realizó la formulación de un recubrimiento comestible a base de proteína de soya. Se realizaron 3 formulaciones a diferentes cantidades de proteína, manteniendo estables las cantidades de glicerol y tween 80. El recubrimiento obtenido se evaluó sobre la calidad del fruto de jitomate, se observó que el porcentaje de acidez influye en la degradación del fruto.

### ANTECEDENTES

Un estudio con base en un revestimiento activo a base de proteína de soya obtenido como subproducto de la producción de aceite de soya, para prolongar la vida útil de las empanadas de carne, en el cual se analizaron algunos parámetros fisicoquímicos y texturales de las hamburguesas de carne. La incorporación del revestimiento a base de proteína de soya retrasó la oxidación, impidió la pérdida de humedad y mejoró los parámetros texturales de las empanadas de carne [1].

Se realizó una investigación donde se evaluó y aplicó el efecto de recubrimiento comestible a base de proteína de soya en berenjenas durante su almacenamiento, en el primer experimento las berenjenas se sumergieron en el revestimiento compuesto de proteína de soya sometidas a un control (SPI) 0,5 de caseína, teniendo un control cubierto únicamente con agua [2].

### OBJETIVO

Retardar el proceso de maduración del jitomate aplicando un recubrimiento a base de proteína de soya

### METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en el laboratorio de frutas y hortalizas del Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. Se seleccionaron 60 jitomates los cuales se lavaron y desinfectaron en una solución de agua con cloro y se almacenaron a temperatura ambiente hasta la aplicación del recubrimiento.

Para la preparación de los recubrimientos se realizaron diferentes formulaciones empleando diversas concentraciones de proteína aislada de soya, glicerol y Tween 80.

Para la preparación de los recubrimientos se utilizaron 2 g de proteína aislada de soya, 0.125 mL de glicerol y 0.05 mL de Tween 80 para el tratamiento 1. Para el tratamiento 2 se utilizaron 3.75 g de proteína aislada de soya, 0.125 g de glicerol y 0.05 mL de Tween 80, finalmente para el tratamiento 3 se utilizaron 5 g de proteína de soya, 0.125 mL de glicerol y 0.05 mL de Tween 80.

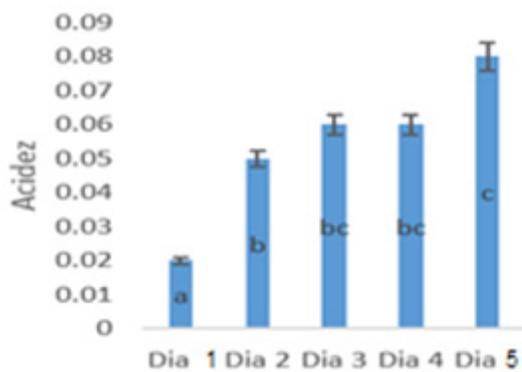
Una vez obtenidas las 3 formulaciones de recubrimiento se dejaron reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente.

Posteriormente se hizo una medición de pH con un potenciómetro marca Conductronic 210, para luego aplicar el recubrimiento por inmersión durante 60 s a los jitomates. A cada jitomate se le hicieron pruebas por triplicado diariamente durante 5 días, sobre las variables; acidez titulable, pérdida de peso y sólidos solubles.

La acidez se obtuvo por titulación con NaOH 0.1N y fenoftaleína como indicador. La pérdida de peso se hizo por método gravimétrico utilizando una balanza marca OHAUS PIONER. La medición de sólidos solubles se realizó mediante el uso de refractómetro marca ATAGO pocket.

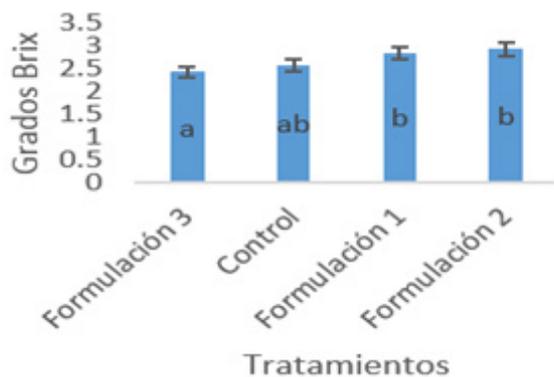
### RESULTADOS PRINCIPALES

Los parámetros de calidad evaluados correspondientes a sólidos solubles, y acidez titulable presentaron una tendencia inherente a la maduración de los frutos lo que pudiera explicar el incremento de sólidos solubles y de pH en el transcurso de los días.



Gráfica 1 Efecto del recubrimiento a base de proteína de soya en el porcentaje de acidez presente en el jitomate (variedad cid). Valores con la misma letra son iguales de acuerdo con la prueba Dunnett a una  $P \leq 0.05$

Gráfica 2 Efecto del recubrimiento a base de proteína de soya en el nivel de sólidos solubles presentes en el jitomate (variedad cid). Valores con la misma letra son iguales de acuerdo con la prueba Dunnett a una  $P \leq 0.05$



En cuanto a la pérdida de peso los resultados obtenidos indicaron que el recubrimiento redujo en un 15% la pérdida de este y los frutos tenían apariencia más firme en comparación con los testigos.

Diversos estudios han indicado que algunos parámetros como los sólidos solubles, acidez titulable no son afectados por la mayoría de los recubrimientos comestibles que se han investigado hasta la fecha

## CONCLUSIONES

Los recubrimientos comestibles son una buena alternativa para la conservación postcosecha de frutos mínimamente procesados debido a que las propiedades de estos pueden ayudar a incrementar la vida de anaquel de los productos lo que se atribuye a sus propiedades de actuar como barreras ante la transferencia de agua entre otras.

## AGRADECIMIENTOS

A la docente Rosario Gallegos Ortiz y a la Dra. Sagnite Ventura Cruz por brindarnos su asesoría para el desarrollo de este proyecto.

## REFERENCIAS

[1] P. Guerrero, P. Arana, M. N. O'Grady, J.P. Kerry, K. de la Caba. (2015). Valorization of industrial by-products: development of active coatings to reduce food losses

[2] Ghidelli C, Mateos M, Rojas C, Pérez M. (2014). Extending the shelf life of fresh-cut eggplant with a soy protein-cysteine based edible coating and modified atmosphere packaging.

## Desarrollo de un embutido adicionado con harina de chícharo (*Pisum sativum*)

Q. Vázquez, M. González, I. Mendoza, A. Montes de Oca, H. Elguera, S. Barrientos y C. Custodio.  
División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. Carretera Federal Toluca-Ixtapa, Km 64.5, La Finca, Villa Guerrero, Estado de México.

Correo: [k\\_arlos\\_87@hotmail.com](mailto:k_arlos_87@hotmail.com)



### INTRODUCCIÓN:

En la industria cárnica, los embutidos con menor cantidad de proteína son las salchichas, puesto que en su elaboración la proporción de carne utilizada es baja. En consecuencia, se requiere complementar su valor proteico sin reducir su rentabilidad, a partir de materias primas cuyo contenido de proteínas incrementa esta cualidad. Una de las principales fuentes de proteína vegetal son las leguminosas, como el chícharo (*Pisum sativum*). Por ello, el objetivo de este estudio fue desarrollar un embutido adicionado con harina de chícharo para mejorar su contenido proteico. Los resultados muestran que las salchichas elaboradas con 3 y 6% de harina de esta leguminosa presentaron los valores proteicos más altos. Así mismo, estas formulaciones obtuvieron las mejores valoraciones sensoriales.

### ANTECEDENTES

A nivel nacional, el Estado de México es el principal productor de chícharo (*Pisum sativum*) (SIAP, 2015)<sup>3</sup>, este cultivo tiene un canal de comercialización limitado a la venta del producto en fresco. La principal característica nutricional de esta leguminosa es la de poseer un alto contenido proteico, además de su facilidad para mezclarse con infinidad de alimentos (Torres, 2014)<sup>4</sup>. La harina de este vegetal, establece una posible alternativa de innovación de productos y el aprovechamiento de materias primas saludables y nutritivas de origen natural.

Actualmente para la elaboración de embutidos, la industria cárnica utiliza harinas tradicionales poco nutritivas (Capúz, 2014)<sup>1</sup>. Al adicionar harina de chícharo a un embutido, se busca incrementar su contenido de proteínas, obteniendo así un producto rentable.

### OBJETIVO

Desarrollar un embutido adicionado con harina de chícharo para mejorar su contenido proteico.

### METODOLOGÍA

#### Preparación de la harina

La harina de chícharo se obtuvo a partir del proceso de secado solar durante 48 horas. Se molió en una licuadora (Oster, China). Posteriormente se tamizó en un tamiz de prueba (Montinox, USA). Una vez obtenida la harina de chícharo se determinó proteína por el método de Biuret. Se tomó una muestra de harina de 50 g, se disolvió en 150 ml de buffer, y se trituró en un mortero de porcelana. Después de centrifugado a una velocidad de 3000 rpm durante 10 minutos. Se preparó una dilución de 0.1 ml del

sobrenadante obtenido de la muestra y 9.9 ml de buffer. Posteriormente se tomó 0.370 ml de la muestra diluida y 1110 ml de reactivo de Biuret. Se realizaron 20 repeticiones, se reposó durante 30 minutos. Se procedió a medir la absorbancia en un espectrofotómetro UV a 540 nm.

#### Elaboración de la salchicha

Se realizó un control sin agregado de harina de chícharo; y tres formulaciones con 3, 6 y 9% de harina de chícharo, disminuyéndose el contenido cárnico.

La carne, grasa, harina de chícharo y demás condimentos fueron pesados en una balanza analítica (OHAUS) de acuerdo a las formulaciones, se colocó en una máquina Cutter (MAINCA), hasta obtener una pasta homogénea, manteniendo una temperatura por debajo de los 15°C. Posteriormente se retiró de la máquina Cutter.

El mezclado se realizó aproximadamente por 15 minutos. Después se llevó a una embutidora, y se procedió a llenar las tripas sintéticas con la pasta realizada. El amarrado se hizo manualmente con una distancia de 10 cm. Se sometió a escaldado en agua a 70°C, por un periodo de 20 minutos, luego se provocó un choque térmico con agua y hielo a temperatura de 10±2 °C, durante aproximadamente 5 minutos. Las salchichas se escurrieron, etiquetaron y almacenaron en condiciones de refrigeración. (Torres et al, 2016)<sup>5</sup>.

Se tomó una muestra -10 g- de cada formulación de salchicha, se disolvió en 30 ml de buffer y se trituró en un mortero de porcelana. Después de centrifugado a una velocidad de rotación de 3000 rpm durante 10 minutos.

Se prepararon dos diluciones de 1 y 2 ml del sobrenadante obtenido de la muestra con 9 y 8 ml de buffer respecti-

vamente. Posteriormente se tomó 0.370 ml de la muestra diluida y 1110 ml de reactivo de Biuret, y se realizaron 5 repeticiones las cuales se dejaron reposar durante 30 minutos. Después se procedió a medir la absorbancia en un espectrofotómetro UV a 540 nm.

#### Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó con un panel de jueces no entrenados, quienes evaluaron cuatro características: sabor, color, olor y textura; en función de una escala de categorías.

#### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los tratamientos se empleó un diseño completo al azar con una prueba Tukey, considerando una P de 0.05. Para la evaluación sensorial se empleó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

#### Resultados principales y discusión

Cuadro 1. Efecto del agregado de harina de chícharo (*Pisum sativum*) en el contenido de proteína en salchicha tipo Viena.

Tratamiento	Proteína (mg/g)
Control	8.99 ± 0.90a
Formulación 1 (3%)	50.02 ± 0.51b
Formulación 2 (6%)	88.51 ± 1.32c
Formulación 3 (9%)	95.02 ± 0.20d

Los resultados son el promedio de 20 muestras evaluadas ± error estándar, valores con la misma letra son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey.

Los tratamientos de la Formulación 1 y Formulación 2, incrementaron significativamente el nivel proteico en las salchichas tipo viena evaluadas. En promedio, la Formulación 1 reportó un contenido proteico de 50.02±0.51; mientras que la Formulación 2 reportó un valor medio de 88.51±1.32 (ver cuadro 1). En relación a la Formulación 3, el incremento de contenido de proteína es mayor al reportado por los tratamientos antes mencionados -95.02±0.20-; sin embargo la incorporación de harina de chícharo a un producto cárnico superior o igual al 9%, induce un sabor característico a la leguminosa (Güemes, 2007:114)<sup>2</sup>.

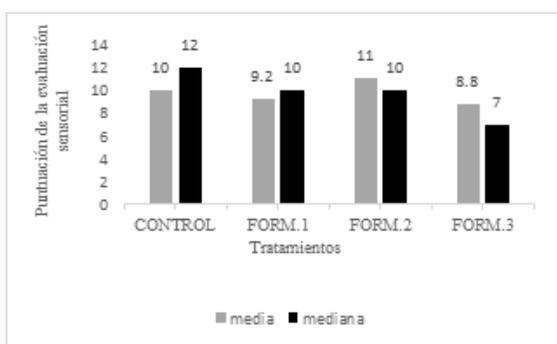


Figura 1. Contraste de los tratamientos en función de su valoración sensorial

El tratamiento control obtuvo una valoración sensorial de 12 sobre 20; sin embargo a ésta no se le adicione harina. En relación a las salchichas adicionadas con harina de chícharo, las mejor evaluadas fueron la formulación 1 y 2, ambas obtuvieron una mediana de 10 puntos sobre 20. La salchicha que menor valoración obtuvo fue la formulación tres, con una mediana de 7 puntos sobre 20.

## CONCLUSIONES

La adición de la harina de chícharo, mejoro significativamente el contenido proteico. De las tres formulaciones desarrolladas, la tercera fue la que se presentó mayor aumento de proteína; sin embargo, esta formulación no fue la mejor valorada por los panelistas. Mientras que la formulación 1 y 2; con 3 y 6 de porcentaje de harina respectivamente, presentaron un incremento significativo en su contenido de proteína, y las mejores valoraciones sensoriales.

## REFERENCIAS

<sup>1</sup>Capúz, N. G. (2014) "Sustitución Parcial De Harina De Trigo Por Harina De Amaranto Variedad Iniap-Alegria (*Amaranthus Caudatus*) Y Su Incidencia En Las Características Físicoquímicas Y Sensoriales De Salchicha Escaldada" Trabajo de Investigación de Graduación, Universidad Técnica De Ambato.

<sup>2</sup>Güemes, N. (2007) Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos carnicos. Centro de investigación en ciencia y tecnología de los alimentos. Nacameh. (1)2, 110-117.

<sup>3</sup>Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (2015)

<sup>4</sup>Torres, M.P, M.TJimenez., y M.E, Bárcenas. (2014). Harinas de Frutas y/o Leguminosas y su Combinación con Harina de Trigo. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas de Puebla. 93-94.

<sup>5</sup>Torres, J., González, K., Acevedo, D. & Jaimes. J. (2016). Efecto de la utilización de harina de Lens culinaria como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. Tecnura. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



## Desarrollo de un sazónador para carnes rojas a partir de residuos de piña adicionado con chile manzano

P. Arellano<sup>1</sup>, S. Calixto<sup>2</sup>, O. Flores, Michua, Ramírez, Rogel, Sosa y Rodríguez.

<sup>1</sup>Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero, Carretera Federal Toluca-Ixtapan de la Sal, km. 64.5

Correo: relvia@colpos.mx



### INTRODUCCIÓN

La cáscara de piña es un residuo que a largo plazo se convierte en una fuente de contaminación si no es tratada, así que su aprovechamiento en el desarrollo de un sazónador para carnes rojas que a su vez tenga funciones de ablandador le convierte en una opción viable de uso. El proyecto propuso el desarrollo de un sazónador líquido utilizando residuos de piña (cáscara), chile manzano y especias como materias primas.

Se determinó pH, acidez, concentración de proteínas, ° Brix, un análisis microbiológico y una evaluación sensorial que permitió validar la aceptación del producto y posibilitar su incursión en la Industria de los Alimentos.

### ANTECEDENTES

A toda aquella materia que deja de ser utilizada en la producción de alimentos y que procede del mismo se le conoce como residuos agroindustriales. Estos representan una pérdida en la elaboración de productos, además del planteamiento de la amenaza ambiental, los residuos también representan la amenaza económica y social. En particular los residuos de piña están presentes de una forma considerable, siendo un producto que forma una gran cantidad de desechos [1].

Gallardo, et al. (2008), investigaron la concentración de proteínas, actividad enzimática y proteolítica de la bromelina extraída de distintas partes de la piña, dando como resultados que la cáscara tiene una mayor concentración que el corazón y la pulpa [2].

### JUSTIFICACIÓN

El estado de México la producción de una variedad de frutas y vegetales que se producen posibilitan su industrialización, sin embargo esta misma actividad genera una gran cantidad de desechos con importante impacto negativo al ambiente, ante dicha situación el sector alimentario demanda el aprovechamiento de estos en la producción de nuevos productos aprovechando sus propiedades funcionales. Considerando lo anterior el aprovechamiento de los residuos de piña se reconocen como una oportunidad para emplearse en la producción de otros productos, brindándole con ello un valor agregado a este subproducto y su incursión en la industria alimentaria.

### OBJETIVO

El objetivo propone desarrollar un sazónador para carnes rojas a partir de residuos de piña (cáscara) adicionado con chile manzano, con un efecto ablandador debido a la presencia de bromelina.

### METODOLOGÍA

#### •Extracción de jugo de residuos de piña

Se realizó el lavado y desinfección de la materia prima, continuo de un troceado de no más de 3 mm<sup>2</sup>, Se licuaron 200 g de cáscara de piña con 100 mL de agua en una licuadora licuadora (Oster modelo M4655-813) hasta obtener un jugo homogéneo, se filtró empleando manta de cielo.

#### •Molienda de chile manzano

Se lavaron y desinfectaron los chiles manzanos, se trocearon eliminando semillas. Se llevaron a molienda por 90 ± 5 segundos (sin agregar agua), hasta obtener una mezcla líquida y homogénea.

#### •Formulación

Se formuló el producto, se adicionaron 200 g de jugo de cáscara de piña, 50 g de chiles manzanos, 15 g de cebolla en polvo, 15 g de sal, 4 g de tomillo en polvo, 4 g de laurel en polvo, 4 g de orégano, 7 g de ajo en polvo y 0.8 g de benzoato de sodio como conservador.

#### •Análisis microbiológico

Se realizó una dilución de la muestra (Tabla 1):

Muestra madre	Muestras diluidas	
90 mL de agua destilada + 10 mL de muestra	10 <sup>-1</sup>	9 mL de agua destilada + 1 mL de muestra (M)
	10 <sup>-2</sup>	9 mL de agua destilada + 1 mL de M 10 <sup>-1</sup>
	10 <sup>-3</sup>	9 mL de agua destilada + 1 mL de M 10 <sup>-2</sup>

Tabla 1. Clasificación de muestras para análisis microbiológico

Se realizó la preparación de dos medios de cultivo: agar bacteriológico/agar nutritivo y PDA (Agar papa dextrosa). Se realizó el vaciado en cajas petri, se inocularon e incubaron durante 21 horas a 24°C.

- Determinación de pH

El pH se determinó por triplicado, empleando un potenciómetro digital Jenway 3310 por inmersión directa del electrodo en la muestra.

- Determinación de Acidez

La acidez se terminó por triplicado, con 1 g de muestra diluida 1:2 con agua destilada, se le agregaron unas gotas de fenolftaleína, se homogeneizó y se tituló con una base valorada de hidróxido de sodio 0.1N hasta el punto de vire (pH de 8.3).

- Determinación de Grados Brix

Los °Brix se determinaron por triplicado, utilizando un refractómetro digital ATAGO con muestra a temperatura ambiente (25 °C)

- Evaluación sensorial

En el análisis sensorial se calificó la aceptabilidad del producto (sabor, olor, textura y apariencia general) y se evaluó con una prueba descriptiva, utilizando una escala hedónica con participantes 15 panelistas no entrenados. Se les solicitó requisitar el formulario de evaluación el cual contiene un perfil de sabor, apariencia, olor y textura, estos en una escala del 0 como desagradable al 10 como bueno.

- Cuantificación de Proteínas

Se diluyó una muestra del sazónador (1:10), se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos, se tomaron 2 mL de la muestra y se mezclaron con 3 mL de reactivo de biuret durante 30 minutos. Se realizó la determinación de las mismas empleando el espectro fotómetro UV marca Perkin Elmer a 540 nm.

#### Resultados

Una vez transcurrido el tiempo de incubación se determinó la no presencia de microorganismos, mostrando con ello una correcta BPM, aunado a la presencia de chile manzano, cebolla, ajo y especias incorporadas al sazónador las cuales se caracterizan por sus propiedades antimicrobianas.

El pH determinó un valor promedio de 4.3, lo que ubica al sazónador como un producto ácido con una acidez de 3.04% promedio.

Con relación a los °Brix, el valor promedio fue de 8.1.

La determinación de la cantidad de proteína en las muestras mostró la presencia, con valores de 0.0005 g.

La evaluación sensorial mostró un grado de aceptación de producto pues adicionada en los cortes de carne empleados presentó valores superiores al 50% en aceptabilidad de color, textura, color y olor, sin embargo algunos panelistas mencionaron la necesidad de realizar mejoras al olor y sabor.

## CONCLUSIONES

Se obtuvo un sazónador para carnes rojas a partir de residuos de piña, chile manzano y especias con características organolépticas aceptables, lo cual posibilita dotar de un valor agregado a dichos residuos y la posibilidad de producción y escalamiento del sazónador.

## REFERENCIAS

[1] Calheiros de Oliveira Barretto, L. y otros. Characterization and Extraction of Volatile Compounds from pineapple (Ananas comosus L. merrill processing residues. S.I.: Food Science and Technology. (2013).

[2] Linda Gallardo, Alfredo Sánchez, Claudia Montalvo1 y Alejandro Alonso (2008). Extracción de Bromelina a partir de residuos de piña. México

34  
CA  
CIENCIAS  
DE LOS  
ALIMENTOS

## Yogurt natural firme con fondo de nopal adicionado con ginseng

M. Bobadilla, T. Olivares, R. Millán, D. Rodríguez, I. Ruiz, K. Vasquez, A. Vazquez y A. Domínguez  
Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Carretera Federal Toluca-Ixtapan de la Sal km 64.5 La Finca Villa Guerrero, Estado de México.

Correo: dgandalf@htmail.com



### INTRODUCCIÓN:

El Estado de México ocupa el tercer lugar en producción de nopal a nivel nacional, el municipio de Coatepec Harinas produce cerca de 500 toneladas anuales, por lo que es necesario ofrecerles a los productores una nueva forma de comercializar su producto para disminuir o evitar sus pérdidas. El presente proyecto se enfoca en la elaboración de un yogurt natural firme con fondo de nopal adicionado con ginseng, como una alternativa para reducir las pérdidas y aprovechar el nopal. Para lo cual se realizaron 3 formulaciones de fondo de nopal, siendo la mejor la que contenía 62% de pulpa y 37% de azúcar. Por otra parte, se realizaron 5 formulaciones de yogurt de la cual la mejor fue la que tenía una concentración de goma xantana de 4 g/L ya que mostro una viscosidad cercana a la de los yogures comerciales.

### ANTECEDENTES

En México, la producción anual de nopal es superior a las 812 mil toneladas, que tiene como principal destino la exportación a los Estados Unidos [1]. Esta comercialización se realiza con el producto en fresco, sin embargo, se ha descrito que existen perdidas del producto por diversos factores [2], en respuesta a ello se han desarrollado otras alternativas para el consumo de nopal como son las harinas [3], mermeladas [4], productos deshidratados [5], panques [6], entre otros usos en diferentes sectores industriales [7]. El Estado de México ocupa el tercer lugar de producción de nopal a nivel nacional [8] los principales productores se ubican en la comunidad de Milpa Alta [1], sin embargo el municipio de Coatepec Harinas tiene una producción anual de 500 toneladas [9], los productores de dicha región tienen pérdidas de hasta un 30%. Una de las alternativas para reducir las pérdidas económicas, es la industrialización de dicho producto. En el presente proyecto se propone la elaboración de un yogurt natural firme con fondo de nopal adicionado con ginseng.

### OBJETIVO

Desarrollar un yogurt natural firme con fondo de nopal adicionado con ginseng.

### METODOLOGÍA

Materia prima. Los nopales y la leche fueron obtenidos en el Estado de México la primera con productores del municipio de Coatepec Harinas (18°54'00" N 99°43'00" O), y la leche en el municipio de Tenancingo de Degollado, los cuales se almacenaron a temperatura de 4°C hasta el momento de su utilización.

Obtención del cultivo láctico. El cultivo láctico (YO-PROX 700) fue obtenido de la empresa Bioprox México S.A. de C.V.

### Procedimientos de elaboración de fondo de nopal y yogurt.

**Elaboración de fondo de nopal.** Los nopales que se utilizaron fueron pelados, lavados, desinfectados y cortados en trozos; se trituraron con una licuadora industrial (marca Oster). Se colocaron en un recipiente de acero inoxidable para su posterior tratamiento térmico. Se realizaron 3 formulaciones en diferentes proporciones de pulpa y azúcar. El tiempo de cocción se realizó hasta alcanzar 30°Brix los cuales fueron determinados con un refractómetro marca (ATAGO, 316450033753), se almacenaron en frascos de vidrio previamente esterilizados, mediante el uso de la Autoclave vertical semi-automatizada (NOVATECH, EV-30D), se enfriaron a temperatura ambiente y se colocaron en refrigeración a 10 °C hasta su utilización.

**Elaboración del Yogurt natural firme.** Se agregó el ginseng en la leche bronca y posteriormente se pasteurizó a temperatura de 62±1°C y se mantuvo a esta temperatura durante 30 minutos. Posteriormente, la leche se enfrió hasta 4±1°C. Se llevó de nuevo a una temperatura de 45 °C para inocular y la incubación fue a 43°C durante 5 horas, se adicionó el conservador, hasta alcanzar un pH de 4.6. Después de 24 horas se evaluó la viscosidad y se adicionó la goma en las 4 concentraciones (1, 2, 3 y 4g/L). Inmediatamente después se colocaron en los envases previamente esterilizados, depositando 70ml de yogurt sobre 30g de fondo de nopal. El producto final se colocó en refrigeración a una temperatura de 10°C.

### Análisis físico-químicos.

**Acidez.** Se tituló una muestra de 10ml con una solución alcalina de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador.

**Viscosidad.** Para determinar la viscosidad a temperatura de 25°C. Se utilizó un viscosímetro con aguja N° 2, velocidad de corte de 50 rpm. Los resultados se expresaron en centipoise (cps).

Para la evaluación de las variables en estudio se implementó un Diseño Completamente al azar los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba de ANOVA de una vía seguida con una prueba Post-hoc de Dunnett. Para ambas el nivel de confianza establecido fue de 95%.

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico (°Brix, pH, acidez)  $\pm$  su desviación estándar.

	°Brix	pH	Acidez
<b>Fondo comercial</b>	12.2 $\pm$ 0.40	3.67 $\pm$ 0.009	
<b>F1</b>	32.03 $\pm$ 0.37	4.14 $\pm$ 0.008	3.8 $\pm$ 2.56
<b>F2</b>	37.4 $\pm$ 0.57	3.8 $\pm$ 0.008	10 $\pm$ 0.28
<b>F3</b>	41.7 $\pm$ 2.37	3.91 $\pm$ 0.0	3.5 $\pm$ 0
<b>Control yogurt</b>	4.66 $\pm$ 0.30	4.5 $\pm$ 0.08	5.03 $\pm$ 0.12
<b>F1</b>	5.2 $\pm$ 0.35	4.6 $\pm$ 0	4.63 $\pm$ 0.24
<b>F2</b>	4.93 $\pm$ 0.094	4.1 $\pm$ 0.09	4.53 $\pm$ 0.38
<b>F3</b>	4.9 $\pm$ 0.14	4.3 $\pm$ 0.16	4.6 $\pm$ 0.29
<b>F4</b>	4.56 $\pm$ 0.16	4.3 $\pm$ 0.08	4.26 $\pm$ 0.16

En la evaluación de las viscosidades del yogurt se observó que al ir incrementando la cantidad de goma la viscosidad aumentaba esta tiene una correlación de  $r = 0.98$ .

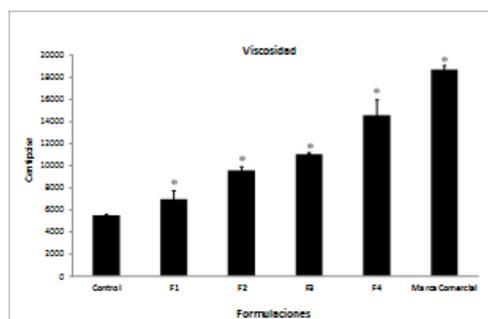


Figura 1. Viscosidad de las formulaciones del yogurt. (\*) Representa una diferencia estadística significativa contra el control

### CONCLUSIONES

La mejor formulación del fondo fue la que contenía 62% de pulpa y 37% de azúcar y el yogurt en una concentración de goma xantana de 4 g/L ya que al combinarse las fases se mantenían estables, es decir no existió migración del fondo hacia el yogurt.

### REFERENCIAS

[1]Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2016) Nopal, indiscutiblemente mexicano [internet] Disponible en <[http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/nopal\\_indiscutiblemente-mexicano](http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/nopal_indiscutiblemente-mexicano)> [consulta: 8 de Abril 2017].

[2]Pérez P. E. (2016) ¿Es la organización en el medio rural una alternativa de desarrollo? Estudio de caso de la agointegradora poblana de tuna y nopal, S.A. DE C.V. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional del Estado de México.

[3] Castillo, S.; Estrada, L.; Margalef, M., Tóffoli, S. (2013) Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. SCIELO, 31(142).

[4] López, M.; Mercado, J.; Martínez, G.; Magaña, J. (2011) Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas (*Opuntia* spp.) elaborada a nivel planta piloto. Acta Universitaria, 21(2), 31-36.

[5] Rodiles-López J.; Manivel-Chávez, R.; Zamora-Vega, R.; Martínez-Flores, H. (2016) Elaboración de una botana de nopal obtenida por deshidratación osmótica. Superficies y vacío, 29(2), 49-54.

[6] Bautista-Justo, M.; Pineda Torres, R.; Camarena-Aguilar, E.; Alanís-Guzmán, G.; Da Mota, V.; Barboza-Corona, J. (2010) El Nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqués. Acta Universitaria, 20(3), 11-17.

[7] Domínguez, P. C. (2016) La agroindustria del nopal, la tuna y el xoconostle en los municipios de Teotihuacán y San Martín de las pirámides. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México.

[8] SIAP (2016) Atlas Agroalimentario 2016, Disponible en: <[http://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016](http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016)> [Consulta: en Marzo de 2017].

[9] SEDAGRO (2016) Vocación Productiva de Coatepec Harinas Disponible en <http://sedagro.edomex.gob.mx/sites/sedagro.edomex.gob.mx/files/files/Productores%20y%20Comercializadores/027%20Coatepec%20Harinas.pdf> [Consulta marzo de 2017].



## Calidad de concentrado de fresa según el grado de maduración fisiológica

F. Flores, M. Flores, A. Millán, A. Hernández, G. González, F. Avila M. Ramírez.

Ingeniería en Industrias Alimentarias. Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. Carretera Federal Toluca-Ixtapan de la Sal, KM 64.5. La Finca Villa Guerrero, Estado de México.

Correo: [maritthza@gmail.com](mailto:maritthza@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

A nivel nacional la fresa se considera un cultivo de importancia económica, sin embargo, se trata de un producto perecedero, donde la comercialización debe ser de forma rápida. Una alternativa de conservación es la elaboración de concentrados para su aplicación dentro de la industria alimentaria. El objetivo de esta investigación fue evaluar °Brix, pH y viscosidad en concentrados de fresa de tres estados de maduración fisiológica 2, 4 y 6. Los resultados obtenidos mostraron que no hay diferencia significativa en el pH de la pulpa natural y la pulpa concentrada; en los °Brix se encontró un incremento mayor al 50% en la pulpa concentrada, mientras que la viscosidad en el estado de maduración 2 fue mayor respecto de los otros estados de maduración. Los concentrados de pulpa de fresa resultan una alternativa para su posible utilización en la industria alimentaria y dar una opción de venta a los productores.



Concentrado de fresa de tres estados de madurez fisiológica

### ANTECEDENTES

A nivel nacional el cultivo de fresa es económicamente importante. En el Estado de México se estima una producción de 6,745.25 toneladas en 314 ha, con un rendimiento de 14.73 toneladas por hectárea [1].

La fresa es considerada una fruta perecedera, por lo tanto su comercialización debe ser de forma rápida para evitar pérdidas económicas. Dentro de las alternativas de conservación de los alimentos se destaca el deshidratado, refrigerado, congelado, concentrado, entre otras.

En cuanto a las aplicaciones que tiene el concentrado de fresa en la industria alimentaria, destaca la elaboración de néctares, jugos, mermeladas, jaleas, pulpas congeladas, entre otros. Cabe destacar que su uso se ha expandido como aderezo para acompañar helado, saborizante de yogurt, como relleno de muffins, confituras, o simplemente su consumo al natural [2].

### OBJETIVO

El objetivo general de esta investigación es evaluar tres concentrados de fresa según el grado de maduración fisiológica, mediante análisis, físico-químicos y así caracterizarlos para su posible aplicación dentro de la industria alimentaria como bebidas, confites y repostería.

### METODOLOGÍA

La fresa se obtuvo de la Finca, Villa Guerrero, en el Estado de México, la variedad utilizada fue Camino Real. Se seleccionaron los frutos libres de daños físicos considerando 3 estados diferentes de maduración, 2, 4 y 6 [3].

Los concentrados de fresa se obtuvieron mediante un proceso térmico con un equipo de temperatura constante (Scorpion Scientific) a 70°C por 3 horas, posteriormente el concentrado se envasó en frascos de vidrio de 250 mL y almacenó a temperatura ambiente  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ .

En los concentrados obtenidos se evaluó grados Brix, pH y viscosidad.

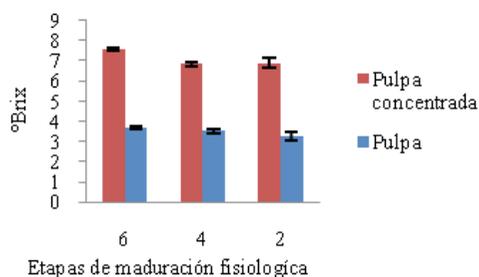
Los grados Brix se midieron con un refractómetro digital de mano (Atago modelo Pocket PAL-2) a 20°C. El pH se evaluó con un potenciómetro (Conductronic modelo Ph-120) y la viscosidad se determinó con un viscosímetro (Brokfield modelo DV-II + VISCOMETER) a 30 rpm en un rango de 4000 a 20000 cP.

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, con tres tratamientos que correspondieron al estado fisiológico de la fresa, cada uno con cinco repeticiones. Los datos se analizaron con una prueba de ANOVA utilizando el paquete estadístico SAS versión 5.1. 2600

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los valores de °Brix determinados en los concentrados de los tres estados fisiológicos de fresa indicaron un incremento de más del 50% respecto a la pulpa sin tratamiento (Fig. 1). Estos datos cumplen con lo establecido para caracterizar un concentrado [4]. De acuerdo al ANOVA se identificó que existe una diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos, como es el cambio asociado a la maduración fisiológica incrementando el contenido de azúcares [5].

Figura 1. Comparación de los °Brix de la pulpa y pulpa concentrada de fresa en tres estados de maduración fisiológica.



El pH en la pulpa de fresa en los estados fisiológicos 6, 4 y 2 presentaron valores de 3.2, 3.1 y 2.9 respectivamente, mientras que en la pulpa concentrada en estado fisiológico 6, 4 y 2 registraron valores de 3.1, 3.0 y 2.9 respectivamente atribuyéndolo a la presencia de los sólidos que son sistemas amortiguadores que hacen que el pH permanezca casi constante [6]. Los tratamientos muestran diferencia de pH debido al efecto de ácidos orgánicos como fuente de energía generados el proceso de maduración [7].

Los valores de viscosidad obtenidos para los concentrados de fresa presentaron una variación notable. En los estados de maduración 2, 4 y 6 se obtuvieron valores de 18952, 11588 y 9660 cP respectivamente, según los cambios asociados con la maduración, el producto es ablandado disminuyendo su viscosidad. Mientras el estado de maduración fisiológico sea menor, la viscosidad del producto final será mayor, éste se relaciona debido a la cantidad de sólidos solubles presentes [8].

## CONCLUSIONES

Se logró obtener un puré concentrado de 3 etapas de maduración fisiológica de fresa, la caracterización físico-química indicó que son potencialmente utilizables en la industria alimentaria, sin embargo para su posible aplicación a nivel industrial es necesaria la adición de sacarosa para aumentar los °Brix de acuerdo al alimento a aplicar.

## REFERENCIAS

- [1] Ezequiel, A.; Bernal, B.; Espiándola, M.; Ramírez, J. & Sánchez, J. (2013) Variedades de Fresa con potencial de producción en el estado de México. Servicio de Información agroalimentaria y pesquera (SIAP). pp. 34.
- [2] Ávila, C. (2015) Manual fresa. Cámara del comercio de Bogotá. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial.
- [3] NMX-FF-062-SCFI-2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - fruta fresca - fresa (Fragaria x ananassa, Dutch) – especificaciones y método de prueba.
- [4] NORMA Oficial Mexicana NOM-173-SCFI-2009, Jugos de frutas preenvasados-Denominaciones, especificaciones físico-químicas, información comercial y métodos de prueba.
- [5] Acosta, A. (2008) Eco fisiología poscosecha de las frutas y hortalizas. [En línea] disponible en: <[https://ing-julian.files.wordpress.com/2010/04/unidad\\_ii\\_25\\_frutos\\_climatericos\\_y\\_no\\_climatericos\\_-\\_cambios\\_asociados\\_a\\_la\\_maduracion.pdf/](https://ing-julian.files.wordpress.com/2010/04/unidad_ii_25_frutos_climatericos_y_no_climatericos_-_cambios_asociados_a_la_maduracion.pdf/)>. Recuperado el: 15/04/2017.
- [6] Duque, A.L., Giraldo, G.A., Quintero, V.D., (2011) Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Temas agrarios. Vol. 16:(1) Enero-Junio 2011 pp 75-83.
- [7] Núñez-Castellano, K., Castellano, G., Ramírez-Méndez, R., Sindoni, M., Marín R.C. (2012) Efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (fragaria x ananassa duch). Tecnología poscosecha, 13 (1), pag. 21-30
- [8] Juszczak, L. & Fortuna, T. (2003). Viscosity of concentrated strawberry juice. Effect of temperature and solids content. EJPAU 6(2), #11.



## Efecto del secado por radiación infrarroja en las características de masa de trigo con diferentes geometrías

M.E. Vargas, J.A. Ruíz, F.J. López

Departamento de Ingeniería y Tecnología. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx..

Correo: [mevargasu@gmail.com](mailto:mevargasu@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN:

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del secado por radiación infrarroja a dos diferentes temperaturas en las características de masa de trigo con diferentes geometrías (placa, cilindro, esfera). Se utilizó como equipo de secado una Termobalanza Ohaus MB23 (Infrarrojo) para secar la masa a dos temperaturas (120°C y 130°C). Se determinaron cambios a lo largo del secado: contenido de humedad, color, tamaño y actividad de agua. La disminución de tamaño durante el secado fue mayor ( $\approx 5\%$ ) y más rápida en placas (65 min), y mucho menor y más lenta en cilindros ( $\approx 1.4\%$ , 91 min) y esferas ( $\approx 1.2\%$ , 100 min; fue directamente proporcional a la pérdida de humedad del producto, el cual se fue oscureciendo y endureciendo conforme transcurría el proceso. Se recomienda secar a 130°C, ya que el secado es más homogéneo y por ser menor el tiempo requerido la apariencia del producto es más agradable.

### ANTECEDENTES

Entre los métodos más comunes de conservación de alimentos se encuentran los tratamientos térmicos. Uno de ellos es el secado, el cual reduce el contenido de humedad de los alimentos, proporcionando un ambiente hostil para el crecimiento microbiano, disminuyendo costos de transporte y almacenamiento por la reducción del peso y volumen del material, aunque se puede afectar la calidad del producto. Según el mecanismo de operación, y considerando el fenómeno de transferencia de calor, se los divide en equipos basados en conducción, convección, infrarrojo y dieléctrico. Los equipos de secado por radiación infrarroja (IR) operan con radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda está comprendida entre 760 y 10000 nm. Estas radiaciones son una forma de transmisión de energía que no precisa de la existencia de un medio material para su propagación. La utilización de emisores de rayos infrarrojos posibilita la transmisión de grandes cantidades de energía en tiempos relativamente cortos. Las diversas longitudes de onda hacen que parte de radiación llegue a diferentes profundidades [1].

El uso de la radiación IR para el procesamiento de alimentos tiene numerosas ventajas: La reducción del tiempo de secado, fuente de energía alternativa, aumento de la eficiencia energética, temperatura uniforme en el producto durante el secado, productos terminados de alta calidad, reduce la necesidad de un flujo de aire a través del producto, disminución de la posibilidad de pérdida de sabor, preservación de vitaminas en los productos alimenticios, ausencia de la migración de soluto interior para regiones exteriores, pero debe cuidarse la relación tiempo-temperatura para evitar daños en el producto [2].

### OBJETIVO

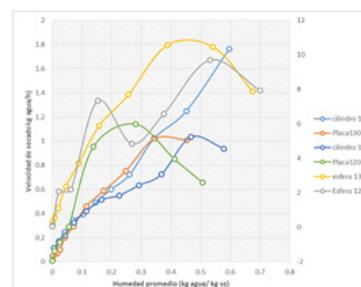
Evaluar el efecto del secado por radiación infrarroja de masa de trigo con diferentes geometrías (placa, esfera y cilindro) a dos diferentes temperaturas (120 y 130 °C) en las características del producto.

### METODOLOGÍA

Con harina de trigo para pan marca Selecta, se elaboró masa y se moldearon distintas formas geométricas (placa, cilindro y esfera) con un peso aproximado de 15 g cada pieza. Se utilizó como equipo de secado una Termobalanza Ohaus MB23 (Infrarrojo) para secar la masa a dos temperaturas (120°C y 130°C). Se determinaron los cambios a lo largo del secado en cuanto a: contenido de humedad (Termobalanza), color (Cámara digital Samsung), tamaño (Vernier digital Fowler) y actividad de agua (Medidor de Aw BigDipper modelo HBD5ms2100WA), Se tomaron fotografías de los productos finales.

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la Figura 1 se muestran las curvas de velocidad de secado para la masa a diferentes condiciones.



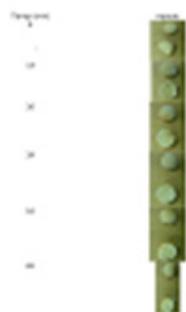
De las pendientes, se tiene que a mayor temperatura la velocidad de secado fue mayor, como se esperaba. [3] La actividad de agua disminuyó durante el proceso de secado con una dependencia cuadrática respecto del tiempo. La disminución de tamaño durante el secado fue directamente proporcional a la pérdida de humedad del producto y fue mayor ( $\approx 5\%$ ) y más rápida en placas (1.08 h), y mucho menor y más lenta en cilindros ( $\approx 1.4\%$ , 1.52 h) y esferas ( $\approx 1.2\%$ , 1.67 h) respectivamente.

En la Figura 2 se presentan los cambios de color en función del tiempo para las diferentes geometrías secadas a 130 °C

Tiempo (min)	placas	cilindros	esferas
0			
13			
26			
39			
52			
65			
78			
91			
104			
117			
130			
143			
156			

Se observa que el producto se fue oscureciendo e y también se fue endureciendo conforme transcurría el tiempo de secado.

En la Figura 3 se presenta la secuencia fotográfica del secado por infrarrojo de esferas a 130°C



Puede observarse como se va deshidratando el producto y los cambios estructurales debidos al secado. Se recomienda secar a 130°C, ya que el secado es más homogéneo y por ser menor el tiempo de secado la apariencia del producto es más aceptable.

## CONCLUSIONES

Con las condiciones de secado empleadas se obtienen productos tipo galleta para sopa. La geometría del producto afecta la velocidad de transferencia de calor y la estructura y de grado de deformación de los productos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de los proyectos DGAPA PAPIIME PE204914 y FESC PIAPI 1650 por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] F. Incropera, D. DeWitt, Fundamentos de Transferencia de Calor. México: Prentice Hall, 1999.
- [2] Krishnamurthy, K., Khurana, H. K., Jun, S., Irudayaraj, J., & Demirci, A. (2008). Infrared heating in food processing: an overview. *Comprehensive reviews in food sciences and food safety*, 7: 2-13.
- [3] Puente-Díaz, L., Echegaray-Pacheco, E., Castro-Montero, E., y Di Scala, K. Aplicación de Modelos Matemáticos al Proceso de Secado Asistido por Infrarrojos de Descartes de Limón (*Citrus Limon (L.) Burm. F. Cv. Genova*) DYNA 80, 181, p. 91-97, 2013

## 2 IA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

### Obtención de Aceite de Coco (*Cocos nucifera* L.) por Métodos Térmicos

M.E. Vargas<sup>1</sup>, A.K. Pacheco.

Departamento de Ingeniería y Tecnología. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.  
Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala 54714 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx..

Correo: \* mevargasu@gmail.com



Obtención de Aceite de Coco.  
Método con Separación de Cuajo.

#### INTRODUCCIÓN:

Se determinaron las mejores condiciones para la extracción de aceite de coco por métodos térmicos con base en la obtención de un mayor rendimiento de la materia prima. Se emplearon 4 tratamientos: Aplicación de calor con y sin separación de cuajo; Aplicación de frío con y sin separación de cuajo. Se calculó la cantidad de aceite obtenida y el rendimiento. La humedad de la pulpa fue de 32.1%, la humedad de la copra fue de 2.1 a 4.7%. El rendimiento del coco fue de 58% en promedio y el del aceite de 15.4% a 24.7% según las condiciones de extracción, teniéndose el mayor rendimiento al trabajar con aplicación de frío, coco seco y sin separación de cuajo. Estas condiciones se consideran rentables, siendo este método una alternativa más económica que los métodos químicos, que puede implementarse de forma artesanal en comunidades rurales.

#### ANTECEDENTES

Se dice que el cocotero es el cultivo arbóreo más importante del mundo, con alrededor de 3,000 millones de hectáreas cultivadas, con más de 13 millones de personas relacionadas directa o indirectamente con los productos de esta planta [1] Se aprovecha toda la planta. El aceite sirve como fuente de energía en la dieta humana, aporta nutrimentos y solubiliza vitaminas. Tiene sabor suave, olor agradable y fácil digestibilidad. Se le emplea como sustituto de grasas en fórmulas de leche y queso. Como aceite para freír es un agente efectivo en la transferencia de calor, confiere una apariencia brillante a los alimentos cocinados y les provee de una capa protectora que evita su rápido deterioro. Su fino sabor y olor permiten que la comida procesada con él acentúe su sabor natural, contribuyendo a la palatabilidad de los mismos. Debido a su composición de ácidos grasos y triglicéridos, es de color blanco y de consistencia sólida hasta los 22 a 25 °C, teniendo aplicación en la fabricación de manteca vegetal, margarina y mantequilla artificial. Los principales métodos de extracción de aceites son la extracción con disolventes, el prensado y los métodos térmicos. [2]

#### OBJETIVO

Determinar el rendimiento del coco en la obtención de aceite de coco (*Cocos nucifera* L.) extra virgen a partir de 4 diferentes métodos como alternativa para su aprovechamiento sin aplicar la extracción química

#### METODOLOGÍA



En la Figura 1 se presenta la secuencia metodológica para el desarrollo del proyecto.

Figura 1. Obtención de aceite de coco por métodos térmicos

Los cocos se horadaron por 2 de los orificios de germinación y se separaron el agua y el endospermo. La pulpa se ralló y secó (150 OC x 1 h) para obtener la copra. Se determinó la humedad de la pulpa y de la copra (termobalanza Ohaus MB25) Para obtener el aceite se utilizó tanto pulpa fresca como copra. Se emplearon 4 tratamientos: Aplicación de calor con y sin separación de cuajo; Aplicación de frío con y sin separación de cuajo. Se calculó la cantidad de aceite obtenida y el rendimiento. En la Tabla 1 se presenta la nomenclatura de las corridas.

Tabla 1. Nomenclatura de las corridas experimentales

Método térmico	Materia prima	Separación de cuajo	Replica 1	Replica 2
Aplicación de frío	Seco	Con separación de cuajo	FCSCS1	FCSCS2
		Sin separación de cuajo	FCSSS1	FCSSS2
	Fresco	Con separación de cuajo	FCFCS1	FCFCS2
		Sin separación de cuajo	FCFSS1	FCFSS2
Aplicación de calor	Seco	Con separación de cuajo	CCSCS1	CCSCS2
		Sin separación de cuajo	CCSSS1	CCSSS2
	Fresco	Con separación de cuajo	CCFCS1	CCFCS2
		Sin separación de cuajo	CCFSS1	CCFSS2

## RESULTADOS PRINCIPALES

La humedad de la pulpa fue de 32.1%, la humedad de la copra fue de 2.1 a 4.7% en promedio. En la Tabla 2 se muestra que el rendimiento del coco fue de 58% en promedio y el del aceite de 15.4 % a 24.7% según las condiciones de extracción, teniéndose el mayor rendimiento al trabajar con aplicación de frío, coco seco y sin separación de cuajo. Con el método de prensado se obtienen rendimientos menores, aunque con la extracción con disolventes, el rendimiento es alrededor de 36%; sin embargo el costo del proceso es mayor.

Tabla 2 Rendimiento del coco en la obtención de aceite por corrida

Muestra	Peso coco [g]	Peso aceite [g]	Rendimiento [g]
FCSCS1	50.23	11.52	22.93
FCSSS1	50.46	12.17	24.12
FCFCS1	50.16	8.12	16.19
FCFSS1	50.46	8.00	15.85
CCSCS1	50.00	8.36	16.72
CCSSS1	50.62	7.81	15.43
CCFCS1	50.00	8.67	17.34
CCFSS1	50.53	9.38	18.56
FCSCS2	50.00	11.28	22.55
FCSSS2	50.13	12.35	24.64
FCFCS2	50.00	8.20	16.40
FCFSS2	50.11	7.98	15.92
CCSCS2	50.87	8.60	16.91
CCSSS2	50.78	7.81	15.38
CCFCS2	50.26	8.70	17.31
CCFSS2	50.00	9.23	18.46

## CONCLUSIONES

Las condiciones encontradas para la obtención de aceite de coco con mayor rendimiento se consideran rentables, siendo este método una alternativa más económica que los métodos de extracción química, y que puede implementarse de forma artesanal en comunidades rurales.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de los proyectos DGAPA PAPIME PE208917 y FESC PIAPI 1650 por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Borgtoft, P. H.; Balslev, H. 1993. Palmas útiles. Especies ecuatoriales para agroforestería y extractismo. Ediciones ABYA-YALA. Quito, Ecuador. 158 pp.
- [2] Nielsen S.; Food Analysis Second Edition; an Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland. 1998

3

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Propiedades físicas y texturales de muffins sin gluten adicionados con fructanos de agave

A.N. Casas, A. N. Almanza, A. V. Romero

Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM,  
Avenida Primero de Mayo S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México

Correo: normac1952@prodigy.net.mx



### INTRODUCCIÓN:

Se estudió la adición de fructanos de agave en muffins libres de gluten elaborados a base de harina de arroz, hojuelas de papa y fécula de papa, adicionando goma xantana (0.3%) y fructanos de agave (1.3, 2.6, 3.9 %), comparando con formulaciones control con y sin trigo. En los muffins, la eliminación del gluten disminuye el volumen específico, la pérdida de peso, la cohesividad y la elasticidad. Con las formulaciones que contenían 1.82 y 2.6 % de almidón y hojuelas de papa respectivamente, con 1.3 y 2.6 % de fructanos de agave, se obtuvieron buenas propiedades físicas, texturales y de estructura de la miga, añadiendo fibra con propiedades prebióticas en muffins libres de gluten.

### ANTECEDENTES

Los productos de panificación ocupan un lugar indiscutible en la alimentación humana, dentro de los cuales los muffins (también conocidos como panquecitos o madalenas) son muy populares. Las proteínas del gluten del trigo, imparten a los productos de panificación propiedades viscoelásticas que permiten la retención de gas producida por los leudantes químicos o la levadura, proporcionando así la estructura aireada, volumen y propiedades texturales características de cada tipo de pan. Sin embargo, algunas personas presentan intolerancia al gluten (enfermedad celiaca), que causa daños en el colon, lo que conlleva una mala absorción de nutrientes. En los productos libres de gluten, la harina de trigo se suele sustituir por harinas de arroz, leguminosas, pseudocereales o tubérculos, agregando además almidones, gomas, proteínas de diferentes fuentes, emulsificantes, entre otros ingredientes, enfocados a mejorar las propiedades físicas, texturales y estructura de la miga [1, 2]. Los fructanos son polímeros de fructosa presentes en muchas plantas (apio, cebolla, ajo, achicoria, dalia, agaves) como carbohidratos de almacenamiento. Su estructura puede ser lineal o ramificada dependiendo de la planta de origen. Se ha demostrado el efecto prebiótico de los fructanos pues al presentar enlaces tipo beta, no son digeribles por el organismo humano y actúan como sustrato para las bacterias colónicas mejorando la digestión, la absorción de calcio, estimulando el sistema inmunológico y el metabolismo de lípidos. En el caso de fructanos tipo inulina (lineales) se ha estudiado también su funcionalidad tecnológica como gelificantes, sustitutos de grasa y azúcar en productos lácteos y en pan [4], sin embargo, los fructanos provenientes del agave azul (A. tequilana Weber var. Azul), ha sido menos estudiado a este respecto.

### OBJETIVO

Evaluar el efecto de los fructanos de agave en muffins libres de gluten y pasta o batido para elaborarlos, mediante la medición de las propiedades físicas y texturales, obteniendo productos funcionales con características aceptables.

### METODOLOGÍA

Se partió de formulaciones y proceso control con trigo [2, 3], con 26 % de harina de trigo, 26% de azúcar, 21 % de huevo entero líquido, 13.7% de leche entera líquida, 12 % de aceite de canola, 1.3% de polvo de hornear. Los fructanos se adicionaron en niveles de 0, 1.3, 2.6 y 3.9 %, manteniendo el almidón y las hojuelas de papa en dos niveles 1.17 y 1.95 % respectivamente (formulaciones A) y 1.82 y 2.6% (formulaciones B), empleando en los productos sin gluten, 0.3% de xantana. Con una batidora Kitchen Aid con mezclador de paleta, se mezclaron los ingredientes por 10 minutos. Se colocaron 40 g de pasta a en capacillos de papel y se hornearon a 180 °C, por alrededor de 30 minutos. A la pasta se le determinó densidad y una prueba de consistencia adhesividad con un texturómetro Texture Analyser TA XT2. A los muffins se les midió pérdida de peso, volumen específico por desplazamiento se semillas, perfil de textura con 50 % de compresión a muestras cúbicas de la miga de 30 mm por lado, calculando dureza, elasticidad y cohesividad [2]. A imágenes digitales de la miga, se les realizó la medición y conteo de poros empleando el software Image Pro Plus v.6.0 (Media Cybernetics), calculando fineza (número de poros/área evaluada), fracción vacía (área total de poros/área evaluada) y uniformidad (número de poros menores a 1 mm/número de poros mayores a 1 mm) De todas las pruebas se realizaron al menos tres repeticiones y se calculó el promedio.

## RESULTADOS PRINCIPALES Y CONCLUSIONES

Tabla 1. Valores promedio de las propiedades evaluadas a las mezclas antes de hornear y a los muffins

Formulación	Propiedades del batido		Propiedades de los muffins						
	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Consistencia (N)	Adhesividad (Ns)	Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	Pérdida de peso (%)	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad	
<b>Control trigo</b>									
0	A	0.86	0.42	0.45	1.59	13.45	---	---	0.65
	B	0.85	0.71	0.79	1.51	12.6	3.2-	0.44	0.63
1.3	A	0.76	0.59	0.65	---	10.1	2.9	0.42	0.68
	B	0.79	0.57	0.60	1.21	10.4	5.0	0.45	0.68
2.6	A	0.77	0.70	0.64	1.2	11.4	5.1	0.46	0.62
	B	0.71	0.66	0.67	1.15	11.3	4.9	0.40	---
3.9	A	0.77	0.46	0.52	---	9.97	---	---	0.63
	B	0.75	0.41	0.51	0.94	10.45	5.7	0.41	

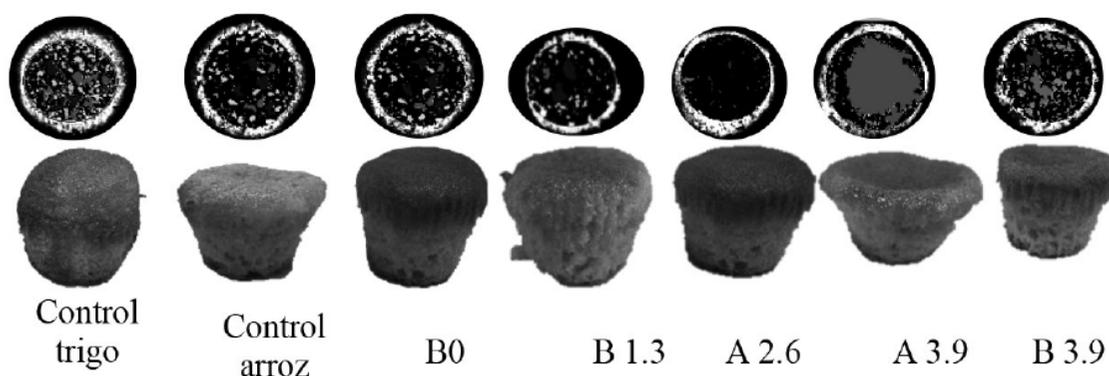


Figura 1. Imágenes digitales mostrando el conteo de poros y fotografías de los muffins de algunas de las formulaciones evaluadas.

Cada color en las imágenes digitales corresponde a una clase con base en el área de los poros.

## REFERENCIAS

- [1] Gallagher, E., Gormley, T., Arendt, E. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, 56, 153–161.
- [2] Sanz, T., Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S. M. 2009. Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, color and consumer response. *Eur. Food Res. Technol.*, 229,197–204.
- [3] Domínguez, O. R. 2015. Desarrollo de un muffin libre de gluten a partir de harinas de arroz, papa y amaranto. Informe de estancia profesional realizada en el laboratorio de propiedades reológicas y funcionales en alimentos.
- [4] Martínez-Padilla, L.P., Casas-Alencáster, N.B. 2016. Glucomanano de konjac, un polisacárido bifuncional de origen asiático. En *Alimentos Funcionales de Hoy*. M.E. Ramírez Ortiz (Ed.), p. 67-96. Barcelona, España: OmniaScience



## Formación de encapsulados de ácido ascórbico/ $\alpha$ -tocoferol

Patricia Rosales-Martínez<sup>1\*</sup>, Maribel Cornejo-Mazón<sup>2</sup>, Izlia Jazheel Arroyo-Maya<sup>3</sup>, Humberto Hernández-Sánchez<sup>4</sup>.

<sup>1,2</sup>Departamento de Biofísica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomás, C.P. 11340. <sup>3</sup>Departamento de Procesos y Tecnología. Laboratorio de superficies, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Cuajimalpa. <sup>4</sup>Depto. de Ingeniería Bioquímica, Laboratorio de Biotecnología de Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Av. Wilfrido Massieu Esq. Cda. Miguel Stampa s/n, C.P.07738. México.

Correo: \* [ninfa83@hotmail.com](mailto:ninfa83@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN:

La encapsulación de compuestos bioactivos representa un enfoque viable para preservar la estabilidad de sustancias activas como vitaminas, carotenoides, entre otros; ya que constituye un medio de protección para dichas especies químicas lábiles. Se tiene evidencia científica referente a la sobresaliente capacidad antioxidante de Ácido ascórbico y  $\alpha$ -Tocoferol, que han sido ampliamente estudiados debido a que promueven la protección de los alimentos frente a condiciones ambientales adversas que afectan las reacciones de sus componentes como lo son oxígeno, iones metálicos y pH alcalino. En el presente trabajo se obtuvieron encapsulados de quitosano conteniendo ácido ascórbico y  $\alpha$ -Tocoferol, utilizando como polianión, pirofosfato de sodio (SPP) y Tripolifosfato de sodio (TPP). En la caracterización de las nanocápsulas se obtuvo tamaño promedio menor de partículas, al utilizar TPP como polianión que SPP. Los resultados de potencial Zeta de las partículas estuvieron influenciados por el pH, siendo positivamente mayor a pH ácidos

### ANTECEDENTES

La encapsulación de compuestos bioactivos es una alternativa viable y eficiente para preservar la estabilidad de gran variedad de sustancias activas, ya que constituye un medio de protección para dichas especies químicas lábiles y con tendencia a ser adicionadas como suplementos en alimentos [1]. Se tiene una vasta evidencia científica referente al ácido ascórbico y  $\alpha$ -tocoferol, debido a que por su estructura química son muy sensibles a la degradación [2]. Numerosos factores influyen en los mecanismos de degradativos, entre ellos el pH, la concentración de oxígeno y la concentración inicial del ácido. Debido a esto es necesario proteger a estas vitaminas de condiciones deletéreas. Asimismo, el quitosano ha sido de gran importancia en la encapsulación de compuestos bioactivos debido a su biocompatibilidad, baja toxicidad y biodegradabilidad. Los encapsulados de quitosano-tripolifosfato sódico (TPP) o pirofosfato sódico (SPP) formados por gelificación ionotrópica, han demostrado su capacidad para la liberación de proteínas, genes, fármacos hidrófilos e hidrófobos, vitaminas y compuestos polifenólicos

[3]. La técnica de gelificación ionotrópica se basa en la interacción electrostática entre los grupos cargados positivamente de los grupos amino primarios del quitosano y los grupos cargados negativamente de polianión, tales como tripolifosfato sódico (TPP) [4].

### OBJETIVO

Obtener las condiciones óptimas para la formación de partículas de quitosano conteniendo ácido ascórbico- $\alpha$ -Tocoferol, con el objetivo de preservar sus propiedades

### METODOLOGÍA

Las partículas de quitosano/ácido ascórbico y  $\alpha$ -Tocoferol se prepararon por el método de gelación ionotrópica entre el quitosano-pirofosfato de sodio (SPP)/Tripolifosfato de sodio (TPP)/surfactante (Lutrol F-68 y Tween 80) y el compuesto bioactivo. La solución de ácido ascórbico (250 mg) y  $\alpha$ -Tocoferol (694 mg) fue adicionada a la mezcla de quitosano al 0.3%, polianiones y surfactante al 1% en una proporción 1:1. La distribución y tamaño de partícula e índice de polidispersidad (PDI) fue determinada por dispersión dinámica de luz empleando un equipo Zetasizer Nano ZS Malvern a 25 °C con un ángulo detector de 90 grados. El potencial zeta de las partículas se determinó en un intervalo de pH entre 3 y 10. Las muestras se diluyeron con agua desionizada (1:2) para finalmente realizar las mediciones [4]. Se realizó un análisis de varianza para determinar el nivel de significancia ( $p < 0.0001$ ) entre las variables dependientes (tamaño de partícula, potencial Zeta e Índice de polidispersidad).

### RESULTADOS PRINCIPALES

Las partículas se formaron inmediatamente cuando se mezclaron los diferentes polianiones (SPP/TPP) a la solución

de quitosano/mezcla de antioxidantes/surfactante. Alishahi et al., [3], menciona que las partículas son formadas debido a los enlaces moleculares entre los grupos fosfato del TPP y los grupos amino del quitosano, ya que la habilidad del quitosano de gelificar rápidamente al contacto con polianiones depende del entrecruzamiento inter e intramolecular mediado por estos polianiones. Una vez formadas las nanopartículas se procedió a caracterizarlas.

- **Tamaño y Distribución de partículas:** Se estudió el efecto del tipo de polianión y del surfactante en el tamaño y distribución de las partículas de quitosano/mezcla de antioxidantes.

Al realizar un análisis estadístico con un ANOVA de superficie de respuesta en un modelo lineal, sobre el efecto de cinco factores sobre el tamaño de partícula: pH, polianión SPP y TPP, surfactante Tween 80 o Lutrol F68, se encontró que la disminución del pH, se vuelve un factor importante en el decrecimiento de este parámetro [5]. En lo que respecta al efecto del polianión, se observó que TPP (Trifosfato pentabásico de sodio) funciona mejor que SPP (Pirofosfato de sodio), ya que favorece la disminución del tamaño de partícula. Finalmente, al utilizar Tween 80 como surfactante, se obtuvo un mayor decrecimiento en el tamaño de partícula cuando se adiciona la mezcla de antioxidantes.

De los sistemas analizados, se mostró un menor tamaño de partícula al utilizar Trifosfato pentabásico de sodio y Tween 80 como surfactante, obteniéndose un tamaño de  $674 \pm 14$  nm sin mezcla de antioxidantes y al adicionar la mezcla de antioxidantes disminuyó a  $433 \pm 26$  nm. De esta forma, se observa que la presencia de los antioxidantes también favorece la disminución en este parámetro. Cabe mencionar que no hay reportes en literatura en donde se estudie el efecto de la presencia de antioxidantes en la formación de partículas (tamaño y distribución).

Respecto al efecto del polianión en las partículas, Bao et al., [6], refiere que cuando se añade TPP, se potencian las interacciones electrostáticas, lo que contribuye al incremento del tamaño de las partículas. Este efecto se observó en el sistema compuesto por quitosano- TPP-mezcla de antioxidantes de este trabajo. Además, la presencia de los polianiones tiene un efecto contrario ya que su presencia en ambos casos tiende a aumentar el valor del PDI siendo el TPP el de mayor impacto y la presencia de la mezcla de antioxidantes no es significativa.

- **Potencial Z:** Del análisis realizado, se observó que el potencial Zeta se ve principalmente influenciado por el pH y se observa que, a menor pH, las partículas presentan un potencial Zeta positivo mayor debido al coeficiente negativo de este parámetro. Cabe indicar que el pH de los sistemas estudiados se encontró en un intervalo de 3.5-3.8. El punto isoelectrico de las partículas se encontró a pH 10, excepto en las partículas de quitosano-SPP y TPP-Tween 80 adicionadas con la mezcla de antioxidantes, cuyo valor de pH en el punto isoelectrico resultó de 8.

## CONCLUSIONES

En líneas generales, la encapsulación constituye un medio para conservar, separar y almacenar materiales para su posterior liberación bajo condiciones controladas

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Gracias por el apoyo a la Dra. Izlia Arroyo Maya y José Campos Terán (UAM-Cuajimalpa) en la obtención de resultados de tamaño de partícula, PDI, potencial zeta.

## REFERENCIAS

- [1] Lacatusua, I., Mitreaa, E., Badeaa, N., Stana, R., Opreaa, O., Meghea, A. 2013. Lipid nanoparticles based on omega-3 fatty acids as effective carriers for lutein delivery. Preparation and in vitro characterization studies. *Journal of Functional Foods*, 30: 1-10.
- [2] Traber, M. G., & Stevens, J. F. (2011). Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radical Biology and Medicine*, 51(5), 1000-1013.
- [3] Alishahi, A., Mirvaghefia, A., Tehranib, M.R., Farahmanda, H., Koshioc, S., Dorkooshb, F.A., Elsabeed, M. 2011. Shelf life and delivery enhancement of vitamin C using chitosan nanoparticles. *Food Chemistry*. 126: 935-940.
- [4] Velasco-Rodríguez, V., Cornejo-Mazón, M., Flores-Flores, J. O., Gutiérrez-López, G. F., & Hernández-Sánchez, H. 2012. Preparation and properties of alpha-lipoic acid-loaded chitosan nanoparticles. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 155-161.
- [5] Müller, R. H., Jacobs, C., & Kayser, O. 2001. Nanosuspensions as particulate drug formulations in therapy rationale for development and what we can expect for the future. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 47: 3-19.
- [6] Bao, H., Li, L., & Zhang, H. 2008. Influence of cetyltrimethylammonium bromide on physicochemical properties and microstructures of chitosan-TPP nanoparticles in aqueous solutions. *Journal of colloid and interface science*, 328(2), 270-277.

# 5 IA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

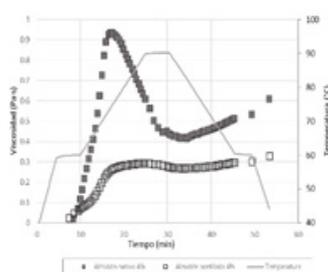
## Efecto del glucomanano de konjac en la gelatinización de almidón de papa nativo y acetilado

A. P. Casas-López, L. P. Martínez-Padilla, N. B. Casas-Alencáster

Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales de Alimentos. Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México.

Avenida primero de mayo S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo. México.

Correo: normac1952@prodigy.net.mx



Perfil de viscosidad-temperatura de almidones de papa, nativo y acetilado

### INTRODUCCIÓN:

Se estudió el efecto de la concentración del glucomanano de konjac (GMK) (0.15%, 0.3% y 0.5%) en la gelatinización de almidones de papa, nativo (AN) y acetilado (AA) al 4%, para ello se hizo el seguimiento del desarrollo de la viscosidad durante la gelatinización, en un reómetro (Rheolab QC, Anton Paar) con geometría de paleta. El glucomanano de konjac aumenta la viscosidad de los almidones durante la gelatinización disminuyendo la temperatura a la que se alcanza la viscosidad máxima, además de cambiar el perfil de viscosidad durante el calentamiento y enfriamiento causando una mayor pérdida de viscosidad después del pico máximo y una respuesta diferente en los dos tipos de almidones.

### ANTECEDENTES

El almidón es ampliamente utilizado en la industria de los alimentos ya que contribuye en las propiedades de textura, actuando como espesante, estabilizador coloidal, gelificante y agente de retención de agua. Se extrae de diversas fuentes botánicas (maíz, trigo, arroz, papa, tapioca, camote, entre otros) y se encuentra en forma de gránulos insolubles con diferentes niveles de cristalinidad, los cuales se componen de amilosa (polímero esencialmente lineal) y amilopectina (polímero altamente ramificado). Cuando los almidones son sometidos a altas temperaturas en presencia de agua, los gránulos se hinchan y se rompen, cambiando el orden cristalino. Estos eventos, conocidos como gelatinización, se acompañan de un aumento en la viscosidad [1]. Dependiendo de su fuente botánica los almidones presentan diferencias en tamaño y forma de los gránulos, peso molecular, grado de cristalinidad y contenido de amilosa y amilopectina; estas características influyen en la temperatura a la que inicia la gelatinización, la temperatura en la máxima viscosidad y el valor de ésta. Asimismo, la viscosidad puede decaer en mayor o menor medida si se continúa el calentamiento y el trabajo mecánico y aumentar durante el enfriamiento (retrogradación). El almidón de papa posee grandes gránulos con alto poder de hinchamiento que le proporcionan una baja temperatura de gelatinización y alta viscosidad [2]. Para mejorar el desempeño de los almidones se recurre a modificaciones físicas o químicas entre las cuales destaca la introducción de los grupos acetilo que interrumpe la estructura ordenada del almidón nativo e interfiere con

la reasociación de moléculas de amilosa y amilopectina en el almidón gelatinizado, dando lugar a una disminución de la temperatura de gelatinización, cambios en el hinchamiento y solubilidad y disminución de la retrogradación y la sinéresis en el almacenamiento [3]. Los cambios promovidos por la acetilación dependen del grado de sustitución y las características de cada almidón. Es muy común el empleo de otros polisacáridos, junto con almidones nativos o modificados, para impartir mejores características reológicas, texturales y de estabilidad, [4], sin embargo, el efecto del glucomanano de konjac (GMK) en la gelatinización de almidones ha sido poco estudiado. El GMK es un polisacárido esencialmente lineal, considerado una fibra baja en calorías, útil en la reducción de los niveles de colesterol y prebiótico [5] lo cual da pauta para utilizarlo en conjunto con almidones.

### OBJETIVO

Determinar el efecto de la concentración del glucomanano de konjac en la gelatinización de almidones de papa nativo y acetilado, mediante los perfiles de viscosidad-temperatura durante el tratamiento térmico.

### METODOLOGÍA

Se utilizó almidón de papa nativo (Makymat, México), almidón de papa acetilado (Gelamil 170, Fabpsa, México), glucomanano de konjac (Delgran Alfadelta) y agua purificada (E-pura, México). Se dispersaron los hidrocoloides por separado en el 50% de agua cada uno empleando un

thermoagitador a 40°C para los almidones y 25°C para el glucomanano de konjac, una vez dispersos se mezclaron para la obtención de los perfiles de viscosidad durante el calentamiento, utilizando un reómetro (Rheolab QC, Anton Paar, Austria) con geometría de paleta (mezclador de álabe, ST24) considerando que la velocidad de rotación es igual a la velocidad de cizalla. La mezcla se calentó de 40°C a 60°C con velocidad de 5°C/min mezclando a 800 rpm, se mantuvo a 60°C por 5 minutos, se bajó la velocidad a 350 rpm y se llevó a 90°C con calentando a 2°C/min, se mantuvo a 90°C por 5 min y finalmente se enfrió a 2°C/min hasta 40°C. El almidón se manejó a concentración de 4% y el GMK se varió en tres niveles (0.15, 0.3 y 0.5%).

## RESULTADOS PRINCIPALES

El almidón nativo (AN) alcanzó su máxima viscosidad (0.92 Pa s) a 73.8 °C (Figura 1), mientras que la del almidón acetilado (AA) fue notablemente menor (0.25 Pa s) y se alcanzó a 75.8 °C (Figura 2). Una vez alcanzado el pico de viscosidad el calentamiento y agitación causaron una importante disminución de viscosidad en el AN (53.8%). El AA no mostró la drástica caída de viscosidad después del pico máximo. Con el enfriamiento a 40°C, el AN recuperó el 30.3% de viscosidad con respecto al valor mínimo, mientras que el AA mostró un incremento del 17.4%, indicando un bajo nivel de retrogradación (Figura 2), característica deseada en muchas aplicaciones en productos que serán sometidos a refrigeración o congelación. Con GMK cambió el perfil de viscosidad en ambos almidones durante el calentamiento y enfriamiento; el pico de viscosidad fue mayor que el de las pastas solas y aumentó conforme se incrementaba la concentración, lo que puede deberse al efecto espesante del GMK y a sus interacciones con los gránulos del almidón como lo reportan Funami et al., (2005) La temperatura a la cual se alcanzó el pico de viscosidad en las pastas con GMK fue ligeramente menor que en los almidones solos, particularmente en el AA, esto se puede atribuir al aumento de la concentración del almidón en la fase continua por la incompatibilidad termodinámica entre el almidón y el GMK dando lugar a la exclusión mutua entre los polisacáridos lo cual mejora la interacción entre los gránulos [5]. En ambos almidones el GMK provocó una mayor disminución de viscosidad después del pico máximo (59.2% en el AA con 0.5 % de GMK y 45.9% en AA con 0.5% de GMK), lo que sugiere la posible existencia de cambios morfológicos en los gránulos del almidón, inducidos por el GMK, debido a una expansión radial de éstos hasta su ruptura [5].

## CONCLUSIONES

El GMK aumenta la viscosidad de los almidones durante la gelatinización, disminuyendo la temperatura a la que se alcanza la viscosidad máxima, además de cambiar el perfil de viscosidad durante el calentamiento y enfriamiento causando una mayor pérdida de viscosidad después del pico máximo y una respuesta diferente en los dos tipos de almidones.

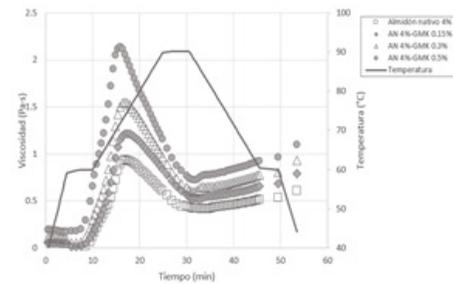


Figura 1. Perfiles de viscosidad-temperatura del almidón nativo al 4% con y sin GMK al 0.15%, 0.3% y 0.5%.

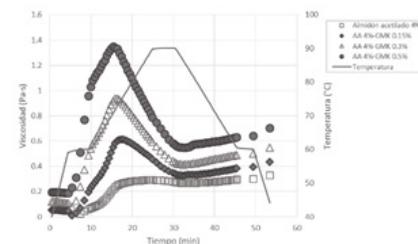


Figura 2. Perfiles de viscosidad-temperatura del almidón acetilado al 4% con y sin GMK al 0.15%, 0.3% y 0.5%.

## REFERENCIAS

- [1] Khanna, S., Tester, R. (2006). Influence of purified konjac glucomannan on the gelatinization and retrogradation properties of maize and potato starches. *Food Hydrocolloids*, 20, 567-576.
- [2] Grommers, H., Van der Krogt, D. (2009). Potato starch production, modifications and uses. In: *Starch chemistry and technology*. (J. BeMiller, R. Whistler, eds.), Pp. 511-538. USA: Elsevier.
- [3] Bello, L., Agama, E., Zamudio, P., Meléndez, G., Rodríguez, S. (2010). Effect of low and high acetylation degree in the morphological, physicochemical and structural characteristics of barley starch. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 1434-1440.
- [4] Wang, C., Xu, M., Ly, W., Qiu, P., Gong, Y., Li, D. (2012). Study on rheological behavior of konjac glucomannan. *Physics Procedia*, 33, 25-30.
- [5] Funami, T., Kataoka, Y., Omoto, T., Goto, Y., Asai, I., Nishinari, K. (2005). Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 19, 1-13

# 6 IA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

## Aplicación de ultrasonido en la obtención de un extracto de Stevia Rebaudiana

J.F. Martínez-Guevara, V. Romero-Arreola, M.G. Sosa-Herrera.

Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales en Alimentos, Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. 1° de Mayo s/n, col. Santa María las Torres, C.P.54740.

Correo: [juanfranciscomguevara@gmail.com](mailto:juanfranciscomguevara@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN:

En los últimos años se han introducido en el mercado mundial edulcorantes naturales con un valor agregado como es el caso de la Stevia Rebaudiana. Sin embargo, una limitante en el proceso de extracción de éstos compuestos es el rendimiento y la pureza. Actualmente su extracción se centra en el uso de solventes que suelen incorporar compuestos poco deseados. Alternativamente existen métodos como el ultrasonido que posee las cualidades de acelerar la extracción sin ningún componente adicional al sistema acuoso, mejorando así la calidad del producto. Por lo que en este proyecto se compararon diferentes métodos de obtención, pudiendo concluir que el uso del ultrasonido mejora el rendimiento en la extracción de steviósidos, al grado que inclusive se evita la molienda de la hoja de Stevia, debido a que el ultrasonido rompe las partículas disminuyendo el tiempo de extracción

### ANTECEDENTES

La Stevia rebaudiana posee compuestos dulces llamados glucósidos de tipo diterpenoide (esteviósido). El contenido de glucósidos en la planta se encuentra en mayor concentración en las hojas, siendo aproximadamente de 15%, según la variedad. Los compuestos responsables del dulzor de la Stevia rebaudiana son los glucósidos de esteviol aislados e identificados como esteviósido, esteviolbósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y F y dulcósido [1].

#### Métodos de extracción de Stevia

Para la extracción y purificación de los principios endulzantes de la hoja de Stevia rebaudiana existen varios procesos aplicables a la industria, sin embargo, en todos los casos el diagrama de flujo de proceso sigue los mismos pasos (Figura 1).



Figura 1. Diagrama de bloques obtención de stevia [2].

#### Extracción asistida por ultrasonido

La extracción asistida por ultrasonido principalmente consta de dos tipos de fenómenos físicos, que es la cavitación producida en el solvente por el paso de la onda de ultrasonido y la difusión que se da a través de las paredes de las células. Ambos fenómenos se ven afectados por el ultrasonido, por la temperatura y la potencia de la onda.

Debido a la energía cinética introducida al sistema por ultrasonidos, la transferencia de masa a través de la membrana celular es mucho más rápida [3]. El objetivo principal, es el de maximizar el rendimiento de los compuesto sin o con un impacto mínimo en las propiedades de la materia prima en objeto, mientras que trata de minimizar la extracción de compuestos indeseables [4].

### OBJETIVO

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y reológicas del extracto y del concentrado de Stevia obtenidos bajo distintas condiciones de sonicación y por el método tradicional de infusión, realizando la comparación de estos en base al rendimiento, el tiempo y la temperatura de procesamiento

### METODOLOGÍA

La Stevia se obtuvo de la hoja de Stevia Rebaudiana procedente del estado de Morelos, la cual es otorgada por la Cooperativa Agropecuaria Transformadora de Alimentos, para su estudio se molió hasta un tamaño de partícula de 250 micras, el agua usada fue de la marca Epura, El extracto se obtuvo mediante tres métodos: infusión, ultrasonido indirecto y directo. Para la extracción mediante ultrasonido se usó un ultrasonido de punta modelo UP50H de marca Hielscher con punta de titanio de 2mm de diámetro. Con condiciones de ciclo continuo, durante 3 minutos, con 90 % de amplitud, 30 kHz, con muestras de 7g. Con ello se obtuvieron los distintos °Brix a los que se llegó en cada una de las muestras. Para el método indirecto se

uso un ultrasonido indirecto modelo SB-5200DTS marca HINOTEK, a una temperatura de 55°C durante 15 min, a dos condiciones de amplitud (40 y 90%) a dos frecuencias 25 y 40 kHz. La determinación de pH se utilizó un potenciómetro de la marca Conductronic 120, México, para la determinación de °Bx se usó un refractómetro de la marca Sper Scientific modelo 300034, para la obtención de los parámetros reológicos se usó un reómetro Anton Paar, MCR 301 se aplicó un ciclo de ascenso y descenso, a una velocidad de cizalla de 100 a 300 1/s y de 300 a 100 1/s y cada uno con 25 puntos de lectura.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Se obtuvieron tres concentraciones de ° Brix, para cada uno de los diferentes métodos de extracción, en donde se observó que el pH disminuyó y hubo un aumento de la viscosidad y de la densidad, al aumentar la concentración de sólidos solubles. Los distintos concentrados presentaron un comportamiento Newtoniano. Con lo que respecta al rendimiento, éste fue directamente proporcional a la concentración de grados brix.

Como podemos observar en la Figura 2. los resultados de los °Brix obtenidos tanto en el proceso de extracción por infusión como por ultrasonido directo son semejantes.

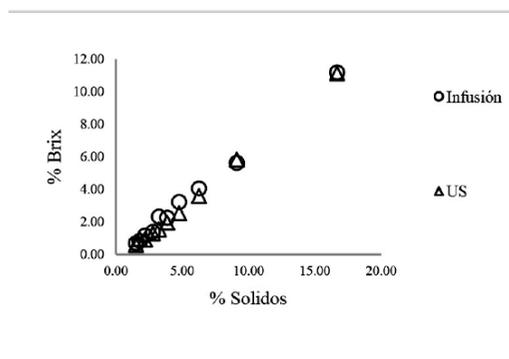


Figura 2. Relación de % de °Brix contra el % de sólidos de muestra.

Cabe destacar que el tiempo de extracción por cada uno de los métodos fue muy importante ya que la extracción por infusión tomó 2 horas, mientras que lo realizado en el ultrasonido fue de 3 minutos. Con respecto a la extracción obtenida por ultrasonido indirecto los resultados con respecto a los grados brix mostraron una disminución de °Bx, al aumentar la frecuencia en el ultrasonido, esto pudo ser debido al rompimiento de la partícula de Stevia pudiendo provocar el rompimiento de las moléculas. Haciendo que en la etapa de filtración con la placa de carbón activado sea ineficiente.

También a pesar de que se obtuvieron valores semejantes en las dos pruebas de ultrasonido en cuestión a la densidad y la viscosidad, fueron menores al extracto obtenido por el proceso tradicional ya que la cantidad de sólidos solubles era menor y eso hacía que estas propiedades tuvieran un menor valor en comparación con el extracto tradicional.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que el uso del ultrasonido sirve para tener un mayor rendimiento en la extracción de productos de la hoja de Stevia en la etapa de extracción del proceso. Debido a la disminución del tamaño de partícula efectuada por el ultrasonido se disminuye la necesidad de realizar una molienda fina de la hoja, en comparación con el proceso tradicional, debido a que el ultrasonido rompe las partículas. Eso hace que la extracción de los componentes se realice de una mejor manera con la hoja macerada que con el polvo ya que al disminuir el tamaño de la partícula se obstaculiza la filtración.

## REFERENCIAS

- [1] E.C. Giraldo, P. Marín, N. Habeych, CENIC Ciencias Biológicas, 36 (2005), 1-7.
- [2] E. Macia, V. Monesterolo. Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional, Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química, GISI, (2008).
- [3] E. Yildiz-Ozturk, A. Nalbantsoy, O. Tag, O. Yesil-Celiktas, Industrial Crops and Products, 77 (2015), 961-971.
- [4] B. Tiwari, Trends in Analytical Chemistry, 71(2015), 100-109.



## Efecto de la velocidad de homogenización y composición en emulsiones a base de proteína de soja y maltodextrina

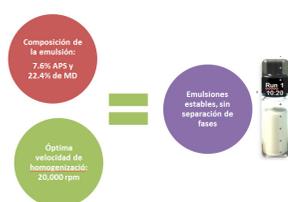
Pereyra-Castro Silvia<sup>1</sup>, Camacho-Díaz Brenda<sup>2</sup>, Arenas-Ocampo Martha L<sup>2</sup>, Jiménez-Aparicio Antonio R<sup>2</sup> y Alamilla-Beltrán Liliana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ENCB-IPN Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos.

Laboratorio de Microencapsulación: Interacción, estructura y función.

Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Av. Wilfrido Massieu Esq. Cda Miguel Estampa S/N. C.P. 07738. Delegación Gustavo A. Madero, México, D.F.

<sup>2</sup>Centro de Desarrollo de Productos Bioticos del Instituto Politécnico Nacional. C.P. 62731, Yautepec, Morelos, México.



Efecto de la condiciones de procesamiento y composición sobre la estabilidad de las emulsiones

### INTRODUCCIÓN

En la industria alimentaria y farmacéutica las emulsiones son utilizadas para la encapsulación de moléculas bioactivas. Sin embargo, dada su composición son sistemas inestables. El objetivo de este trabajo fue establecer la relación material pared-agente activo y grado de homogenización que generen las emulsiones más estables y con menor tamaño de micela, empleándose maltodextrina y aislado de proteína de soja como materiales de pared. El tamaño y distribución de micela, conductividad y pH, fueron analizados. Las variables con mayor influencia sobre el tamaño de micela son la composición de la mezcla de materiales pared, así como, la interacción material pared - velocidad de homogenización. La relación de material pared influye únicamente en el índice de estabilidad. La emulsión óptima es aquella elaborada 7.6% de aislado de proteína de soja y 22.4% de maltodextrina, utilizando una velocidad de homogenización de 20,000 rpm.

### ANTECEDENTES

La emulsión se define como una operación en la que se mezclan íntimamente dos líquidos generalmente inmiscibles; la fase dispersa o interna se encuentra en forma de pequeñas gotas o glóbulos dentro de la fase continua o externa. Para mejorar las propiedades de la emulsión algunas proteínas, polisacáridos, fosfolípidos son empleados como emulsificantes, ya que reducen la tensión interfacial entre los líquidos a emulsionar, protegen la emulsión formada evitando la coalescencia de las gotas de la fase interna y además, facilitan la disrupción de las gotas de la emulsión durante la homogenización, reduciendo el tamaño de la gota en la emulsión [1].

El término "estabilidad de la emulsión" hace referencia a la capacidad que presenta la emulsión a resistir cambios en sus propiedades a través del tiempo. Y es afectada por las características de las gotas que contiene como: tamaño de micela, carga eléctrica, así como, propiedades e interacciones interfaciales [2].

### OBJETIVO

Determinar la relación material pared-agente activo y velocidad de homogenización generen la emulsión más estable y con menor tamaño de micela, empleándose maltodextrina y aislado de proteína de soja como materiales de pared. Mediante el análisis de estabilidad, tamaño de micela, conductividad y pH de las emulsiones

### METODOLOGÍA



Figura 1. Parámetro de evaluados en las emulsiones elaboradas con 1:2 w/w (Aceite-Pared) a 11000, 15500 y 20000 rpm, por 15min. Por técnica de rotor-estator

### RESULTADOS PRINCIPALES

El tamaño de micela en las emulsiones elaboradas por rotor-estator varió de 910.23 nm a 2143.00 nm, dependiendo de la mezcla de materiales pared y la velocidad de homogenización utilizada (Figura 2).

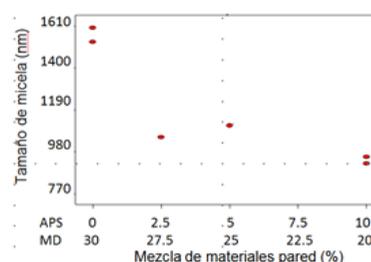


Figura 2. Efecto de la composición de la mezcla de materiales pared sobre el tamaño de micela en emulsiones elaboradas a una velocidad de homogenización de 20000 rpm.

A mayor velocidad de homogenización (20000 rpm) se obtuvo menor tamaño de micela, independientemente de la composición de la emulsión (Figura 3). El aumento en la velocidad de homogenización incrementa la fuerza de impacto entre las gotas de aceite, lo que provoca el rompimiento de éstas, en otras más pequeñas. Así como, a la modificación del régimen del fluido [3].

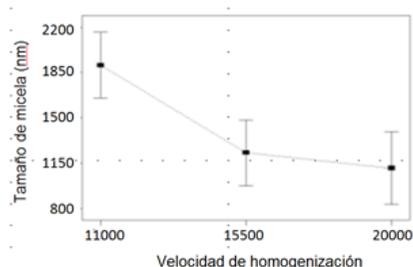


Figura 3. Efecto de la velocidad de homogenización sobre el tamaño de micela de las emulsiones con una mezcla de materiales de pared: 5% APS y 25%

Los valores de pH más bajo, se obtuvieron en las muestras compuestas únicamente de maltodextrina (pH 4), aumentando, al incorporar aislado de proteína de soya (pH 6 – 7). Las emulsiones que contienen proteínas tienden a flocular a pH cercano a su punto isoeléctrico, ya que la fuerza de repulsión entre las micelas no es suficiente para contrarrestar las fuerzas de atracción entre éstas[4].

Al analizar la conductividad eléctrica (CE) en las emulsiones, se determinó que este parámetro es directamente proporcional a la cantidad de aislado de proteína de soya utilizada, las condiciones de operación del homogenizador no producen diferencia significativa en este parámetro.

## CONCLUSIONES

Las variables con mayor influencia en la estabilidad y tamaño de micela es la composición de la mezcla de materiales de pared, así como, la interacción materiales de pared – velocidad de homogenización, cuyo porcentaje de contribución, de acuerdo a la suma de cuadrados fue del 24% y 65%, respectivamente.

Mediante la función de deseabilidad (0.992) se determinó que la composición óptima para la elaboración de las emulsiones es de 7.6% de aislado de proteína de soya y 22.4% de maltodextrina, bajo una velocidad de homogenización de 20,000 rpm.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional a través de la Secretaría de Posgrado e Investigación (SIP) por el apoyo financiero otorgado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero otorgado.

## REFERENCIAS

[1] McClements D. J. (2007). Critical Review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. *Food Science and Nutrition* 47: 611-649.

[2] McClements D.J. (2004). Protein-stabilized emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 9: 305-313.

[3] McClements D.J. (2005). Emulsion Formation. In: *Food Emulsions. Principles, Practices and Techniques*. McClements (eds). CRC Press. Boca Raton, Florida. pp. 233-268.

[4] Jafari S. M., Yinghe H. & Bhandari B. (2007). Production of sub-micron emulsions by ultrasound and microfluidization techniques. *Journal of Food Engineering*, 82: 478-488.

8

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Adsorción y reología dilatacional de fructanos de agave en mezcla con concentrado de suero lácteo

A. K. Pacheco, M. G. Sosa-Herrera, V. A. Delgado-Reyes.

Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales en Alimentos, Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. 1ª de Mayo s/n Col. Sta. María las Torres, C. P. 54740, Cuautitlán Izcalli, Edo. Méx.

Correo: [Isosah@comunidad.unam.mx](mailto:Isosah@comunidad.unam.mx)



### INTRODUCCIÓN:

La investigación de las propiedades de superficie de los fructanos de agave favorece su incursión en la industria alimenticia principalmente en sistemas como emulsiones o espumas donde la interfase comprende con frecuencia diferentes tipos de biopolímeros en los cuales coexisten funciones específicas. Con base en ello, se estudiaron las propiedades de interfase de los fructanos de agave (FA) y el concentrado de suero lácteo (SL), solos y en mezcla, para determinar el efecto de su combinación sobre la dinámica de adsorción y el comportamiento viscoelástico en la interfase aire-agua, donde se observó que en el proceso de adsorción, domina el suero de leche, por su naturaleza anfífila, sin embargo, el comportamiento viscoelástico de la interfase formada se ve favorecido con la presencia fructanos, haciendo una película de interfase más elástica

### ANTECEDENTES

Uno de los biopolímeros de reciente comercialización son los FA. Su estructura está formada por homopolímeros que contienen principalmente enlaces tipo  $\beta$  (2-6) con un alto grado de ramificación [1]. Los FA son sustancias a los que se les han asociado una serie de funciones en la salud destacando su efecto prebiótico [2], en alimentos ha sido poco estudiada pero se ha reportado como sustituto de grasa en productos lácteos [3]. Así mismo se ha determinado que tiene la capacidad de adsorberse en una interfase fluida [4]. El estudio de la capa de interfase es de interés por que de ella depende las funciones específicas en el procesamiento y características del producto final. Actualmente los avances en las propiedades de superficie incluyen pruebas de la compatibilidad en mezcla de biopolímeros. El SL obtenido por separación de la cuajada en la elaboración del queso [5], se distinguen por su capacidad espumantes y emulsificante, debido a que sus proteínas globulares muestran una fuerte tendencia a adsorberse sobre interfaces fluidas (aire-agua y aceite-agua) [6]; se ha demostrado que poseen una mejor capacidad de formación de espuma cuando el SL se encuentra en mezcla con un polisacárido[7].

### JUSTIFICACIÓN

El estudio de los FA en alimentos se puede iniciar al combinarlos con otro biopolímero del cual se conozca sus propiedades y se busquen mejorar las interacciones en la interfase, como es el caso del SL, que a pesar de ser una proteína y poseer capacidad espumante, la propiedades reológicas de la interfase que desarrolla la hace que forme

sistemas dispersos poco estables [8], cualidad que puede ser mejorada mediante su combinación con polisacáridos.

### OBJETIVO

Evaluar la adsorción en interfase fluida y la reología dilatacional de la mezcla de fructanos de agave con concentrado de suero lácteo, mediante pruebas de tensión dinámica estableciendo su influencia sobre la cinética de adsorción y el comportamiento viscoelástico de la película de interfase formada.

### METODOLOGÍA

Se prepararon sistemas acuosos de fructanos de agave (Inulina orgánica de Agave azul, Mielles Campos Azules, humedad 3.29%) y concentrado de suero lácteo (WPC 34, Hegart de México, humedad 4.59%), ambos en concentraciones de 1 y 10% solos y en mezcla.

La determinación de la tensión de la interfase sistema acuoso-aire se realizó en un tensiómetro de gota colgante (Sinterface, PAT1, Alemania), a 25 °C, con un volumen constante de gota de 15 mm<sup>3</sup>, 2 h. El estudio de reología dilatacional se realizó sobre la misma gota, para que la interfase se encontrara en equilibrio, se efectuó un barrido de frecuencia para obtener los módulos viscoso y elástico, en ambas pruebas se realizaron 2 réplicas

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la Figura, 1 se presenta la dinámica de adsorción de los sistemas acuosos donde se aprecia que al utilizar la mezcla de los biopolímeros la tendencia es similar a cuan-

do se utiliza solo concentrado de suero lácteo (SL), por esto, aunque exista presencia de fructanos (FA) se alcanzó un pseudo-equilibrio y valores de tensión cercanos a 40 mN/m muy por debajo de los valores para FA solos que estaban entre 57 y 63 mN/m, debido al dominio de SL por su carácter anfifílico

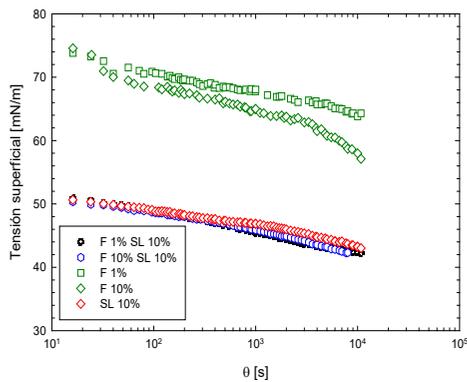


Figura. 1 Dinámica de adsorción (F, fructanos de agave, SL, concentrado de suero lácteo).

En la Fig. 2 se presenta el comportamiento viscoelástico de los sistemas acuosos, en cual se aprecia que al realizar la mezcla, el componente elástico alcanza valores intermedios que cuando se utilizan los biopolímeros por separado, pero con la tendencia de cuando se utiliza solo SL por lo que es más independiente del tiempo, en cuanto a la componente viscosa es visible que en la mezcla cuando se utiliza mayor concentración de FA los valores para este módulo son más altos, por lo que al trabajar en mezcla se podría favorecer la estabilidad de la interfase.

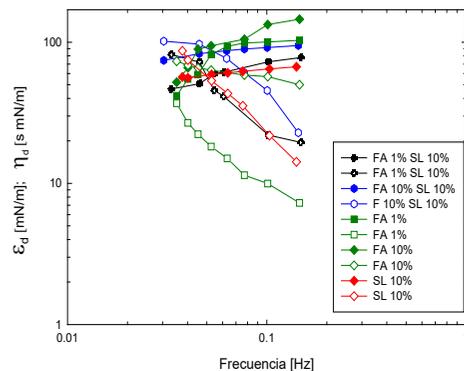


Figura. 2 Comportamiento viscoelástico (símbolos rellenos componente elástico, símbolos vacíos componente viscoso).

## CONCLUSIONES

Se encontró compatibilidad al realizar la mezcla de fructanos de agave con concentrado de suero lácteo, favoreciendo las propiedades surfactantes de los fructanos de agave y el carácter viscoelástico de la película de interfase del concentrado de suero lácteo, atribuido a la asociación de los fructanos en una doble capa de la interfase

## REFERENCIAS

- [1] M. G López. A. N Mancilla-Margalli. D. G Mendoza. J. Agric. Food Chem. 51 (2003) 7835.
- [2] J. A Ulloa. H. Espinosa-Andrwes. G.K Cruz-Ramírez. U. P. Rosas. R.B. E. Ulloa. R. J. C Ramírez, R. J. C. Revista Fuente, 2(2010) 57.
- [3] G. Crispín-Isidro. C. Lobato-Calleros. H. Espinosa-Andrews. J Álvarez-Ramírez. Food Science and Technology, 62 (2015) 438.
- [4] G. Sosa-Herrera. L. P. Marínez-Padilla.V. A. Delgado-Reyes. A. Torres-Robledo, Food Hydrocolloids, 60 (2016)199.
- [5] P. Jelen, P. (2003). Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press, London, UK.
- [6] S Gunasekaran. S Ko. L Xiao. Journal of Food Engineering. 83 (2006) 31
- [7] A Pérez. C.R Carrera. C Carrera. L. G Santiago, J. M Rodríguez-Patino. Food Hydrocolloids, 23 (2009) 1253.
- [8] J. M Rodríguez-Patino. A. M. R Pilosof, A. M. R. Food Hydrocolloids, 25 (2011) 1925

9

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Propiedades físicas y de fluidez de los polvos solos y en mezcla para preparar muffins con y sin gluten adicionados de fructanos de agave

Ch. M. Becerra, A. N. Casas· R. V. Delgado.

Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales en Alimentos, Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Avenida primero de mayo S/N, Cuautitlán Izcalli, Edo.

Correo: normac1952@prodigy.net.mx



Medición del ángulo de reposo de polvos como un indicativo de sus propiedades de fluidez. Izquierda: Polvo con buena fluidez (azúcar). Derecha: Polvo con mala fluidez (harina de trigo)

### INTRODUCCIÓN

Se evaluaron las propiedades físicas y de fluidez de polvos solos y en mezcla para preparar muffins con y sin gluten (harina de trigo, harina de arroz, fécula de papa, azúcar, harina de papa, polvo de hornear, goma xantana y fructanos de agave). En los polvos solos se encontraron importantes diferencias en fluidez, siendo el azúcar el material con mayor fluidez y la harina de trigo, fécula de papa y polvo de hornear los que mostraron menor fluidez. Los fructanos de agave, aún cuando mostraron un flujo libre aceptable, son muy susceptibles a compactarse bajo presión. En las mezclas, las diferencias en las propiedades fueron menos notorias que en los polvos solos y estuvieron dominadas por la harina predominante (trigo o arroz). Las mezclas a base de harina de trigo, mostraron menor fluidez que las elaboradas con harina de arroz. En las mezclas con trigo, los fructanos mejoraron la fluidez libre, mientras que en las libres de gluten, incrementaron ligeramente su tendencia a compactarse bajo presión.

### ANTECEDENTES

En la industria alimentaria gran parte de las materias primas o productos finales son polvos. Las partículas de los polvos interactúan entre sí por medio de fuerzas de Van der Waals, capilares, electrostáticas, de fricción, unión mecánica, puentes líquidos y de cohesión, entre otras. Estas fuerzas están relacionadas con las propiedades físico-químicas (contenido de humedad, tamaño y forma de las partículas, densidad, textura de la superficie, composición química, por mencionar las más importantes). Debido a las interacciones entre las partículas, los polvos suelen presentar problemas durante su manejo, como la tendencia a adherirse a los equipos de proceso, cargarse electrostáticamente, provocar taponamientos, apelmazamientos, presentar flujo discontinuo o segregación, causando problemas en operaciones como dosificación, mezclado, almacenamiento, envasado y transporte, por lo que el conocimiento de las propiedades físicas y de fluidez es de gran importancia para adecuar, operar, diseñar y construir máquinas, y contribuye a una fabricación más eficiente y menor variación entre lotes [1]. En la elaboración de productos de panificación como los muffins, la mayoría de los ingredientes son polvos, por lo que el estudio del comportamiento de los mismos, solos y en mezcla resulta de interés tanto para su empleo en industrias de panificación, como para la venta al consumidor de mezclas de polvos para elaborar diferentes productos.

### OBJETIVO

Evaluar el comportamiento de los polvos solos y en mezcla para preparar muffins con y sin gluten adicionados de fructanos de agave, mediante las propiedades físicas y de fluidez, previendo los problemas que se puedan presentar durante las operaciones de proceso.

### METODOLOGÍA

Se evaluaron los polvos de forma individual, así como ocho formulaciones que contenían harina de trigo (mezclas con gluten) o harina de arroz (mezclas sin gluten), además de hojuelas de papa, almidón de papa, goma xantana, azúcar, polvo de hornear y fructanos de agave; se trabajaron mezclas control sin fructanos, tanto con gluten como sin éste. Se realizaron las siguientes pruebas físicas: 1) Humedad por termobalanza (OhausMB45, Suiza); 2) Tamaño de partícula por difracción láser (CILAS, 930, Francia) o tamizado. Las propiedades de fluidez se evaluaron por métodos empíricos: 1) Ángulo de reposo por el método basado por Lumay (2012), [2]; 2) Índice de Hausner por relación de densidad compactada sobre densidad aparente [3]; 3) Velocidad de flujo por flujómetro Didacta (Italia) al pasar a través de un orificio de 7.7 mm; 4) Función de flujo por compresión uniaxial en un texturómetro (Stable Mico Systems, TA-XT2i, Inglaterra), con una celda de 50 kg, evaluando el esfuerzo necesario para romper compactados (esfuerzo de cedencia no confinado) de los polvos solos y en mezcla, previamente formados a diferentes esfuerzos de consolidación o compactación. La función de flujo es el inverso de la pendiente de la curva de esfuerzo

de cedencia o ruptura en función del esfuerzo de consolidación. A mayor función de flujo menos susceptible es el polvo de compactarse bajo presión.

## RESULTADOS PRINCIPALES

En la Tabla 1 se presentan las propiedades físicas y de fluidez de los polvos solos; la velocidad de flujo solamente se pudo evaluar al azúcar, fructanos de agave y harina de papa, por su tamaño grande de partícula y/o baja humedad, los demás polvos no fluyeron a través de ningún orificio. El azúcar y la harina de papa no se compactaron bajo presión, por lo que no se les pudo evaluar la función de flujo. El azúcar fue el material con mejores propiedades de fluidez (menor índice de Hausner y ángulo de reposo, mayor velocidad de flujo). La harina de trigo, la fécula de papa y el polvo de hornear, por su tamaño de partícula más pequeño, presentaron baja fluidez (índice de Hausner y ángulo de reposo altos), así como función de flujo relativamente baja. Los fructanos de agave mostraron buenas propiedades de flujo libre (ángulo de reposo, índice de Hausner relativamente bajos), sin embargo son muy susceptibles de compactarse bajo presión, debido a su contenido de carbohidratos de bajo peso molecular que bajo presión y con la humedad forman puentes líquidos inmóviles (Figura 1). La Tabla 2 muestra las propiedades físicas y de fluidez de las mezclas de polvos. Las mezclas que contienen harina de trigo (mezclas con gluten) presentaron menor fluidez, predominando el comportamiento de la harina de trigo; la adición de fructanos de agave mejoró la fluidez libre al disminuir el índice de Hausner y ángulo de reposo. Las mezclas libres de gluten (a base de harina de arroz), presentaron mejores propiedades de fluidez que las de trigo, y la adición de fructanos de agave disminuyó su función de flujo, incrementando su tendencia a compactarse bajo presión.

## CONCLUSIONES

En los polvos solos se encontraron importantes diferencias en fluidez, siendo el azúcar el material con mayor fluidez y la harina de trigo, fécula de papa y polvo de hornear los que mostraron menor fluidez. Los fructanos de agave, aun cuando mostraron un flujo libre aceptable, son muy susceptibles a compactarse bajo presión. En las mezclas, las diferencias en las propiedades fueron menos notorias que en los polvos solos y estuvieron dominadas por la harina predominante (trigo o arroz). Las mezclas a base de harina de trigo, mostraron menor fluidez que las elaboradas con harina de arroz.

Tabla 1. Propiedades físicas y de fluidez de los polvos solos

Sólido pulverulento	Humedad %	Diámetro medio (µm)	Índice de Hausner	Ángulo de reposo (°)	Velocidad de flujo (g/s)	Función de flujo
Harina de trigo	3.96	55.67	1.48	67	---	70.24
Harina de arroz	6.58	174.64	1.25	54	---	284.30
Azúcar	0.39	370.54	1.08	38	5.83	---
Fructanos de agave	2.48	99.24	1.10	48	2.57	7.79
Harina de papa	3.96	253.59	1.12	37	3.52	---
Fécula de papa	12.86	42.43	1.10	52	---	146.40
Polvo para hornear	1.71	27.45	1.41	65	---	36.43
Goma xantana	6.48	94.48	1.15	59	5.71	92.99

Tabla 2. Propiedades físicas y de fluidez de los polvos en mezcla

Mezcla	Humedad (%)	Índice de Hausner	Ángulo de reposo (°)	Velocidad de flujo (g/s)	Función de flujo	
Con gluten (harina de trigo)	Base	4.60	1.33	68	---	101.32
	5% fructanos	4.35	1.23	66	---	99.15
	10% fructanos	3.69	1.24	65	---	100.03
	Base	2.01	1.19	52	13.11	380.75
Sin gluten (harina de arroz)	5% fructanos	3.13	1.13	55	9.04	350.03
	10% fructanos	3.12	1.12	54	13.37	236.74
	15% fructanos	2.95	1.17	51	11.60	207.27
	Base	---	---	---	---	---

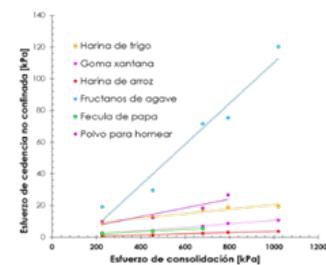


Figura 1. Función de flujo de los polvos

## REFERENCIAS

- [1] Freeman, T. (2012). A introduction of powder. Freeman Technology, 1-19.
- [2] Lumay, G. (2012). Measuring the flowing properties of powders and grains. Powder Technology, 224, 19-27.
- [3] Saifullah, M. (2016). Physicochemical and flow properties of fruit powder and their effect on the dissolution of fast dissolving fruit powder tablets. Powder Technology, 301, 396-404.

10  
IA  
INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Desarrollo de aperitivos mediante deshidratación osmótica y solar para su inclusión en un modelo de negocio

A. Matildes, J. O. Beltrán, O. Vallejo.

Empresa privada independiente, Lago Chapala No. 8 int. H Col. Anáhuac C.P. 11320 Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México. Campo Ídolos No. 158 Col. San Antonio C.P. 02720 Azcapotzalco, Ciudad de México. Colima No. 16 Col. Lomas de San Andrés Atenco Tlalnepantla de Baz, Estado de México.

Correo: [amatildesg\\_04j@hotmail.com](mailto:amatildesg_04j@hotmail.com)



Figura 1. Deshidratación solar de manzana y pepino.

### INTRODUCCIÓN:

La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%. Se desarrollaron aperitivos de fruta combinando las tecnologías de deshidratación osmótica y solar. Los frutos fueron seleccionados cuidadosamente, se desinfectaron y se registró su peso inicial. La deshidratación osmótica se llevó a cabo sumergiendo los frutos en una solución de sacarosa al 70 % y ácido cítrico al 5 % durante 4 horas. La deshidratación solar se llevó a cabo introduciendo los frutos en un secador solar a una temperatura promedio de 45°C durante 2 ciclos de secado de 6 horas cada uno. La deshidratación osmótica permitió una reducción del peso en 35 % en manzana y en 58 % en pepino. La deshidratación solar un rendimiento de 12.8 y 17.5 % para los procesos de secado de manzana y pepino respectivamente.

### ANTECEDENTES

Actualmente, el concepto de seguridad alimentaria se ha ampliado para incluir la necesidad de garantizar el acceso físico y económico a los alimentos así como promover su uso en un ambiente adecuado de seguridad e higiene que permita su cabal aprovechamiento nutricional. La seguridad alimentaria existe cuando las personas, en todo momento, tienen acceso económico, social y físico a alimentos nutritivos, seguros y suficientes, que cubre sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para una vida sana y activa. [1].

La situación actual en México señala que el desempleo es un problema que se enfrenta a nivel nacional. Esta situación conlleva una amplia gama de problemas sociales que van desde la pobreza, el rezago educativo, la violencia, la inseguridad alimentaria, entre otros. En 2008, las estadísticas revelaron que a 50.6 millones de mexicanos no les alcanzaban sus ingresos para cubrir necesidades básicas respecto a salud, educación, alimentación, vivienda, vestido o transporte público [2].

Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno. Sin embargo, ahora la sustentabilidad es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida por las personas [3].

La problemática actual del país ha generado una situación

delicada en cuanto a la temática alimentaria, económica y ambiental, por lo que, buscando coadyuvar en la solución de estos conflictos se propone fomentar el uso combinado de la deshidratación osmótica y solar para preservar alimentos aprovechando sus bajos costos de operación y su bajo impacto ambiental.

### OBJETIVO

Implementar un proceso de secado de alimentos amigable con el medio ambiente, para que pueda ser integrado a un modelo de negocio que permita incluir ciudadanos desempleados mediante la obtención de alimentos de alto valor agregado

### METODOLOGÍA

El desarrollo de aperitivos se realizó a partir de frutos de manzana y pepino adquiridos en un mercado local del Estado de México. Los frutos se lavaron, desinfectaron y se registró su peso inicial. Los frutos se rebanaron manualmente, posteriormente, las rebanadas de fruta se sumergieron en una solución con sacarosa al 70% y ácido cítrico al 5% durante 5 horas para su deshidratación osmótica. Las rebanadas fueron enjuagadas con agua de uso alimentario y se registró su peso. Posteriormente, las rebanadas se colocaron en bandejas, las cuales se introdujeron en un secador solar a una temperatura promedio de 45°C en 2 ciclos de secado de 6 horas cada uno. Tras ese tiempo, se registró el peso de los productos secos y se calculó el rendimiento de los procesos.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La deshidratación osmótica redujo el peso de las rebanadas del fruto en un con respecto a su peso inicial en un 58 % para pepino y en un 35 % para manzana (Fig. 2).

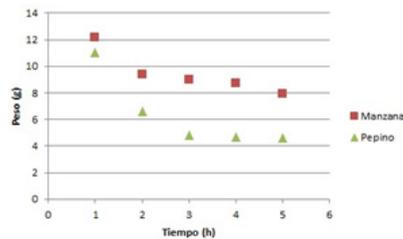


Figura 2. Cinética de la pérdida de peso en manzana y pepino durante la deshidratación osmótica.

La pérdida de peso en los productos durante la deshidratación osmótica se debió al flujo de agua del interior de la fruta hacia el exterior para tratar de equilibrar el potencial químico del agua a ambos lados de las membranas de los alimentos [4].

La presencia del ácido cítrico favoreció a la conservación de las propiedades organolépticas de los alimentos gracias a que este ácido orgánico disminuye el pH para inactivar las enzimas oxidativas presentes en las frutas [5].

La deshidratación solar permitió obtener un 12.8 % de rendimiento para el proceso de secado del pepino y un 17.5 % para el proceso de secado de manzana. Sin embargo, las ventajas de esta tecnología radican en los bajos costos de operación y en ser equipos ecológicos (Fig. 3), puesto que no utilizan energía eléctrica o derivados de combustibles fósiles debido a que el proceso de secado se produce por acción del aire cálido y seco que pasa por los productos ubicados en las bandejas que se encuentran en el interior del secador [6].



Figura 3. Deshidratador solar utilizado para el desarrollo de productos

## CONCLUSIONES

El ácido cítrico en la solución osmótica favoreció la conservación de las propiedades organolépticas de los alimentos.

La ejecución de este proyecto tiene impacto en los ámbitos social, económico y ambiental que coadyuva en la solución de la problemática actual del país en estas materias.

## REFERENCIAS

[1] I. Yaschine, S. Ochoa, C. Hernández, Programa Universitario de Estudio del Desarrollo. Universidad Nacional Autónoma de México (2014).

[2] Secretaría de Desarrollo Económico. Tasa de desempleo en la Ciudad de México (2016). <http://reporteeconomico.sedecodf.gob.mx/index.php/site/main/94> Recuperado el día 14/03/2017.

[3] A. M. Calvente, Centro de Altos Estudios Globales. Universidad Abierta Interamericana (2007).

[4] A. Vega, M. Palacios, F. Boglio, C. Pássaro, C. Jérez, R. Lemus, *Cienc. Tecnol. Aliment, Campinas*, 27(2007) 470-477.

[5] A. Muñoz, A. Sáenz, Ll. López, L. Cantú, L. Barajas, *Act. Quím. Mex*, 6(2014) 18-23.

[6] Almada, M., Cáceres, M. S, Marchaín, M. y Pulfer, J. C. (2005). Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Publicación de la Fundación Celestina Pérez de Almada.



## Incorporación de fructanos de agave en emulsiones cítricas

M.F. Paz Rodríguez, M.G. Sosa-Herrera, N.B. Casas Alencáster.

Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales en Alimentos, Departamento de Ingeniería, y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. Primero de Mayo s/n, Col. Santa María Las Torres Cuautitlán Izcalli, C.P. 54740

Correo: [Isosah@comunidad.unam.mx](mailto:Isosah@comunidad.unam.mx)



### INTRODUCCIÓN:

En el presente trabajo se realizó el estudio del comportamiento al flujo de sistemas acuosos elaborados con fructanos de agave en mezcla con goma arábica o almidón lipofílico, en diferentes proporciones. Asimismo se realizaron emulsiones con dichos sistemas, a base de aceite esencial de naranja, determinando su comportamiento al flujo y la distribución de tamaño de partícula. Tanto los sistemas acuosos como las emulsiones mostraron comportamiento al flujo descrito por la Ley de Newton, en donde, la adición de fructanos repercutió en una disminución de la viscosidad, siendo los sistemas con almidón lipofílico los que presentaron mayor viscosidad, en comparación con aquéllos donde se adicionó goma arábica; en las emulsiones también menor efecto sobre la distribución de tamaño de partícula en las mezclas de almidón-fructanos.

### ANTECEDENTES

Dentro de la clasificación de las emulsiones alimenticias se encuentran aquellas que son clasificadas como ingredientes que a su vez participan en la formación de productos más complejos y no son desestabilizadas en el proceso, tal es el caso de los concentrados para la formación de bebidas que son sistemas compuestos por una o más emulsiones, ya que contienen varios componentes hidrófobos, uno de los más característicos son los aceites esenciales, que proveen el olor y sabor de las bebidas. El carácter no polar de estos compuestos impide que directamente se puedan dispersar en una fase acuosa, además de presentar mecanismos de inestabilidad como son el cremado, la sedimentación, la floculación, la coalescencia y el engrosamiento de las partículas dispersas [1].

Hoy en día, se emplean distintos agentes tensioactivos en las bebidas llamados emulsificantes. Los más comunes son la goma arábica y el almidón lipofílico [1]. Las propiedades que desarrollan estos dos agentes se deben a distintas causas, por un lado, la goma arábica contiene proteína, esta se adsorbe en la interfase de aceite-agua, dándole así estabilidad a la emulsión [2], mientras que el almidón lipofílico ha sido modificado, añadiéndole cadenas hidrófobas laterales a la partícula original hidrofílica del almidón. Por este medio el almidón puede adsorberse a la interfase de agua y aceite, estabilizando así una emulsión [3].

### JUSTIFICACIÓN

Actualmente, las personas consideran como una buena alimentación la ingesta de los alimentos llamados funcionales, que además de nutrir, tienen componentes que

producen un impacto positivo en la salud, uno de los casos es el de los prebióticos, surgiendo dentro de ellos los fructanos de agave, los cuales han mostrado cierta funcionalidad nutricional y tecnológica por lo que resulta de particular interés su aplicación en alimentos.

### OBJETIVO

El presente proyecto busca establecer la funcionalidad tecnológica de los fructanos de agave en mezcla con almidón lipofílico o goma arábica sobre el comportamiento al flujo y la distribución de tamaño de partícula en emulsiones base para bebidas no carbonatadas elaboradas con aceite esencial de naranja.

### METODOLOGÍA

Los materiales empleados fueron goma arábica, GA (Makyspray A, MAKYMAT), almidón lipofílico, AL (MAKYMAT), fructanos de agave, FA (Mieles Campos Azules) y aceite esencial de naranja (Droguería Cosmopolita). Se prepararon fases acuosas al 10% de concentración, combinando FA con GA o AL, en diferentes proporciones (25-75, 50-50, 75/25). Con estos sistemas se elaboraron emulsiones con 10% de aceite esencial de naranja, empleando homogeneizador de alta velocidad (Silverson L4R).

Se realizaron pruebas de comportamiento al flujo empleando un reómetro Physica MCR301 (Anton Paar) con geometría de cono y placa (CP75). Se determinó la distribución de tamaño de partícula en un analizador de tamaño de partículas, granulómetro 930 (Cilas), con y sin la aplicación de ultrasonido durante la medición, 25 °C

## RESULTADOS PRINCIPALES

En la Figura 1 se muestra la viscosidad en función de la velocidad de cizalla de los diferentes sistemas acuosos elaborados, en todos los casos su descripción corresponde a la de fluidos newtonianos con baja viscosidad, siendo el valor más bajo para FA y el mayor para AL. Las emulsiones preparadas con dichos sistemas presentaron de igual forma comportamiento newtoniano y la misma tendencia.

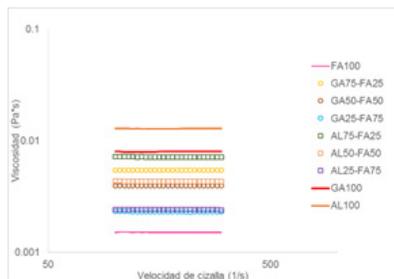


Figura 1. Viscosidad de sistemas acuosos de AL-FA y GA-FA en diferentes proporciones.

Los valores de viscosidad promedio de sistemas acuosos y emulsiones se resumen en la (Tabla 1). Conforme se aumentó la proporción de fructanos, la viscosidad disminuyó tanto en mezcla con GA como con AL. Con respecto a la distribución de tamaño de partícula las emulsiones elaboradas con AL presentaron distribución bimodal, probablemente debido a la formación de flocúlos, ya que al aplicarse ultrasonido durante la muestra se obtuvo una distribución monomodal, sin un claro efecto de la presencia de fructanos. Las emulsiones con GA presentaron mayor polidispersidad que se mantuvo aún después de aplicar ultrasonido.

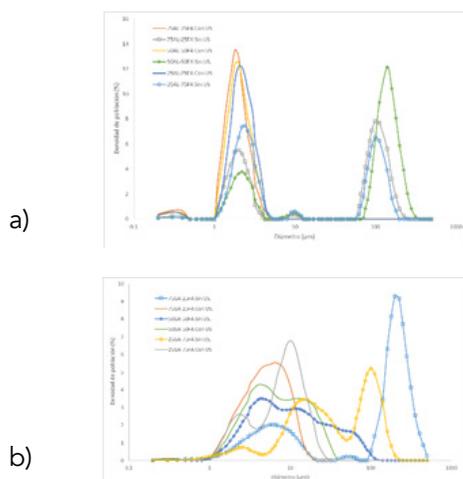


Figura 2. Distribución de tamaño de partícula de emulsiones elaboradas con mezclas de: a) AL-FA y b) GA-FA en diferentes proporciones.

Tabla 1. Viscosidad (mPa.s) de sistemas elaborados

Proporción	Sistema acuoso	Emulsión
AL100	13.0	19.0
75AL-25FA	7.2	14.1
50AL-50FA	4.3	7.0
25AL-75FA	2.4	3.8
GA100	8.0	11.0
75GA-25FA	5.4	8.1
50GA-50FA	4.0	5.7
25GA-75FA	2.3	3.0

## CONCLUSIONES

A pesar de que los FA disminuyen la viscosidad de las mezclas AL-FA y GA-FA, su efecto es menor sobre la distribución de tamaño de partículas de las emulsiones, sugiriendo que probablemente no impacta sobre su estabilidad.

## REFERENCIAS

- [1] D. T. Piorkowski, D. J. Mc Clements. Food Hydrocolloids, 42 (2013) 5-41.
- [2] E. Dickinson, Journal of food science, 22 (1994) 59 – 74.
- [3] S. Tesch, Ch. Gerhards, H. Schubert, Journal of Food Engineering, 54(2002) 167–174.

12  
IA  
INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Reología de sistemas acuosos solos y mezcla de biopolímeros funcionales con concentrado de suero de leche

A.G. Gutiérrez Mata, M.G. Sosa-Herrera, L.P. Martínez Padilla.

Laboratorio de Propiedades Reológicas y Funcionales en Alimentos, Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Primero de Mayo s/n, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México. C.P. 54740

Correo: ggiq34@comunidad.unam.mx, lsoah@comunidad.unam.mx, lpmp@unam.mx



### INTRODUCCIÓN:

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de las propiedades reológicas de sistemas acuosos a distintas concentraciones de glucomanano de konjac (GMK) y fructanos de agave (FA) solos y en mezcla con concentrado de suero de leche (CSL), mediante pruebas de cizalla simple y oscilatoria. Las muestras de FA y CSL solos y en mezcla, mostraron baja viscosidad y comportamiento al flujo newtoniano. Sin embargo, se observó que en la mezcla entre ellos predominan la reología FA. En los sistemas acuosos que contienen GMK, se observó que este fue el biopolímero que predomina la reología debido a su alto PM en comparación con FA y CSL. El carácter viscoelástico de GMK fue más evidente a la concentración de 0.5%, favoreciéndose el dominio de la componente elástica ( $G'$ ) al combinarse con FA y CSL.

### ANTECEDENTES

El estudio de los biopolímeros tales como proteínas y polisacáridos ha ido creciendo en la industria de alimentos ya que son utilizados como hidrocoloides naturales, debido a las propiedades funcionales que presentan [1]. Actualmente, se han desarrollado nuevas y diversas aplicaciones en las que se aprovechan las propiedades funcionales de las proteínas del suero de leche, tales como: emulsificación, espumado, gelificación, adsorción, estabilizante, retención de lípidos, ciertos aromas y sabores [2]. El CSL es un conjunto de proteínas constituido principalmente por  $\beta$ -lactoglobulina y  $\alpha$ -lactoalbúmina, que, al tratarse de biopolímeros de superficie activa, son eficientes aditivos en alimentos, esto se debe a que presentan numerosos beneficios nutricionales, biológicos y fisiológicos [2]. Los polisacáridos son generalmente usados como agentes espesantes y gelificantes modificando las propiedades reológicas del medio de dispersión [3]. Diversos estudios confirman que algunos polisacáridos poseen efectos prebióticos que los hacen sumamente atractivos para su uso como un aditivo en alimentos convirtiéndolo, además en un alimento funcional otorgando la posibilidad de reducir el riesgo de contraer enfermedades [1,3]; dentro de éstos destacan el GKM y los FA. El GMK es un polisacárido de origen asiático presente en el tubérculo de la planta *Amorphophallus konjac*, debido a su alto peso molecular y su gran afinidad por el agua es considerado un excelente espesante, que lo convierte en un estabilizante potencial de sistemas dispersos aplicado en alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos [3]. Los FA son polisacáridos obtenidos del corazón del agave azul procedentes de México. Sin embargo, el estudio de

las propiedades reológicas de los FA en mezcla con otros biopolímeros aún es escaso, aunque se ha evidenciado su potencial en aplicaciones en sistemas alimenticios que requieran baja viscosidad [4].

### JUSTIFICACIÓN

Dado que existe un gran interés en el estudio de las interacciones entre biopolímeros funcionales, se propone el estudio del comportamiento reológico de sistemas acuosos de GMK y FA solos y en mezcla con CSL, con la finalidad de establecer relaciones cualitativas y cuantitativas que surgen de las interacciones entre ellos, esto dará la posibilidad de entender los mecanismos que determinan su formación y estabilidad, y así pueda ser aplicado para el estudio de sistemas dispersos alimenticios, y a la vez proponer alternativas para el desarrollo de nuevos alimentos funcionales.

### OBJETIVO

Evaluar las propiedades reológicas de sistemas acuosos de GMK y FA solos y en mezcla con CSL mediante pruebas de cizalla simple y oscilatoria para establecer su comportamiento al flujo y viscoelástico.

### METODOLOGÍA

Se utilizó GMK de alta viscosidad (Ticagel, Tic gums de México) al 0.25 y 0.5% p/p, FA Tequilana weber variedad Azul (Mieles Campos Azules, México) al 10 y 20% p/p y CSL (Hegart de México 33-35% proteína) al 2% p/p. La caracterización reológica se realizó a 25 °C en un Reómetro

Physica MCR 301, Anton Paar (Austria) con un dispositivo de cono y placa (CP75-1). Para las pruebas de cizalla simple el intervalo de velocidad de cizalla varió de 5 a 300  $s^{-1}$  ó 5 a 1000  $s^{-1}$ , dependiendo de la muestra. Mediante pruebas de cizalla oscilatoria se realizó un barrido de deformación para determinar la zona de viscoelasticidad lineal, posteriormente se realizó el barrido de frecuencia obteniendo así el espectro dinámico (Módulos  $G'$  y  $G''$ ).

## RESULTADOS PRINCIPALES

Las muestras de FA al 10 y 20% p/p, así como de CSL al 2% solos y en mezcla, mostraron baja viscosidad y comportamiento newtoniano. En la Tabla 1 se muestran los valores de viscosidad ( $\eta$ ), obtenidos del ajuste a fluido newtoniano; se aprecia que la viscosidad aumentó al incrementar la concentración de biopolímero

**Tabla 1. Viscosidad de sistemas acuosos de FA y CSL solos y en mezcla.**

Muestra	$\eta$ (mPa·s)	$\sigma$	C.V. (%)	$r^2$
CSL2%	1.056	0.009	0.933	0.9998
FA10%	1.454	0.016	1.118	0.9998
FA20%	2.192	0.632	28.829	0.9992
FA10%CSL2%	1.711	0.006	0.355	0.9999
FA20%CSL2%	3.206	0.013	0.415	0.9999

En las Figura 1 y 2 se presentan las curvas de viscosidad en función de la velocidad de cizalla de diferentes sistemas de GMK al 0.25 y 0.5% solos y en mezcla con FA al 10 y 20%, y CSL al 2%, en todos los casos la curva se ajustó al modelo de Carreau, predominando el comportamiento al flujo del GMK, a pesar de encontrarse en menor concentración, ya que se trata de una molécula de mayor peso molecular y con mayor capacidad de retención de agua.

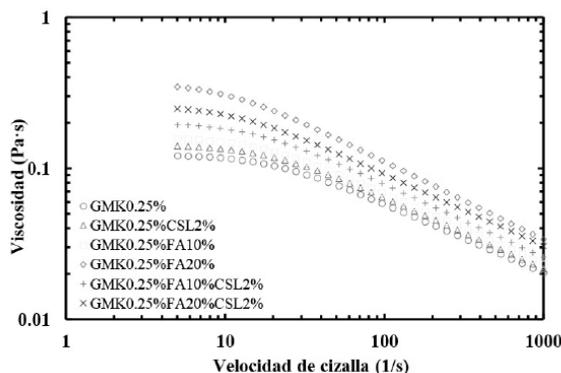


Figura 1. Valores de viscosidad de sistemas acuosos de GMK al 0.25%, solos y en mezcla con FA al 10 y 20% y CSL al 2%.

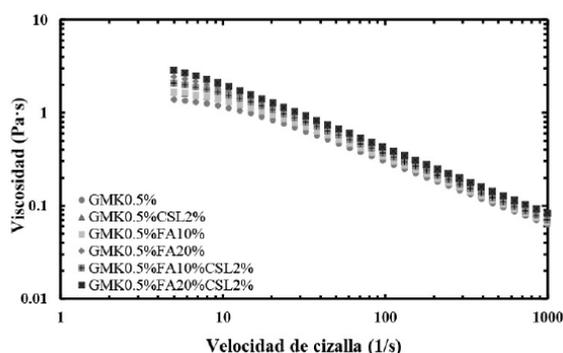


Figura 2. Valores de viscosidad de sistemas acuosos de GMK al 0.5%, solos y en mezcla con FA al 10 y 20% y CSL al 2%.

En la Figura 3, se muestra el comportamiento del módulo elástico ( $G'$ ) y el módulo viscoso ( $G''$ ), en función de la frecuencia de los sistemas con GMK al 0.5% solo y en mezcla con FA al 10 y 20% y CSL al 2%. Ambos módulos fueron dependientes de la frecuencia, donde se observa el dominio de  $G''$  a bajas frecuencias, mientras que a altas el de  $G'$ . El punto donde intersectan las curvas  $G'$  y  $G''$  se desplazó conforme se adicionan FA y CSL, encontrándose a menores frecuencias, indicando un carácter más elástico.

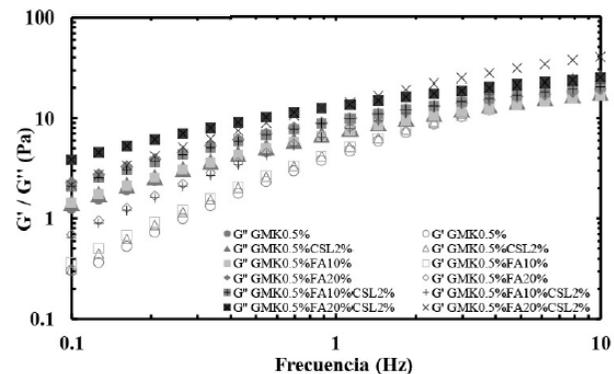


Figura 3. Espectro mecánico de sistemas acuosos de GMK al 0.5% solo y en mezcla con FA al 10 y 20% y CSL al 2%.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del comportamiento al flujo, se observa que ni FA, ni CSL interfieren con la asociación de las moléculas de GMK. Por el contrario, el carácter elástico del sistema ( $G'$ ) en mezcla se ve favorecido, denotando una probable interacción entre los biopolímeros.

## AGRADECIMIENTOS

AGGM al CONACyT por la beca otorgada 429972 para estudios de posgrado nivel maestría en la UNAM (periodo 2016-2018) y a la DGAPA, UNAM, Proyecto PAPIIT IN118214, por la beca Estudios de posgrado/Pre-requisitos.

## REFERENCIAS

- [1] E. Dickinson. Food Hydrocolloid, 17 (2003) 25-39.
- [2] SIC (2013). Disponible en [http://www.ibepi.org/wp-content/uploads/2014/12/Boletin\\_suero.pdf](http://www.ibepi.org/wp-content/uploads/2014/12/Boletin_suero.pdf). Recuperado el día 22/04/2017.
- [3] Martínez-Padilla, L.P. & Casas-Alencáster, N.B. (2016). Cap. 3. Alimentos Funcionales de Hoy, 1ª ed. OmniaScience, Barcelona.
- [4] Sosa-Herrera, M.G. & Delgado-Reyes, V.A. (2016). Cap. 4. Alimentos Funcionales de Hoy, 1ª ed. OmniaScience, Barcelona.

**13**  
**IA**  
**INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS**

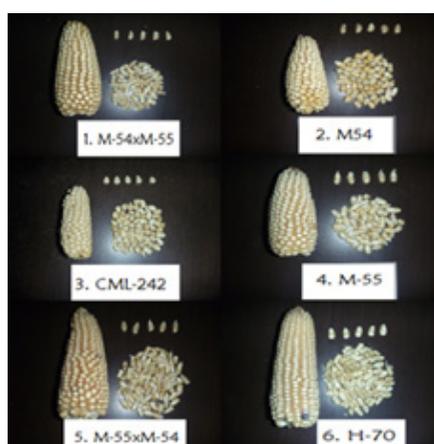
## Relación esfuerzo-deformación por compresión uniaxial de masas obtenidas de seis diferentes genotipos de maíz

K. Cruz-Zacarías<sup>1</sup>, M. Juárez-Buendía<sup>1</sup>, E. Fuentes-Romero<sup>1</sup>, A. Oaxaca-Luna<sup>2</sup>, C. Valderrama-Bravo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES Cuautitlán UNAM.

<sup>2</sup>Departamento de Matemáticas, FES Cuautitlán UNAM,

Correo: kari.ros.92@gmail.com.



### INTRODUCCIÓN:

El maíz (*Zea Mays*) es uno de los cereales más importantes para la alimentación del ser humano, ya que le proporciona nutrientes esenciales. La producción de maíz en México puede incrementarse si se obtienen genotipos altamente rendidores. Por lo tanto el objetivo fue evaluar el módulo de Young y máximo esfuerzo de masas obtenidas de seis diferentes genotipos de maíz. Se utilizaron tres líneas progenitoras: M54, M55 y CML-242, dos cruces: M54xM55 y M55xM54 y un híbrido: H-70. El proceso de nixtamalización se realizó de acuerdo a las condiciones establecidas para obtener las masas de cada maíz. El módulo de Young y el máximo esfuerzo de la masa fueron evaluadas por compresión uniaxial. Los resultados mostraron diferencia significativa del módulo para los diferentes genotipos de maíz y se concluyó que este se ve afectado por la dureza y la composición del grano, principalmente almidón.

### ANTECEDENTES

En la actualidad se sabe que el maíz (*Zea Mays*) es uno de los productos agrícolas más importantes de México [1] y es la base de alimentación del pueblo mexicano, ya que este aporta grandes cantidades nutrimentales al ser consumido como tortillas. La producción de maíz en México puede incrementarse si se producen genotipos altamente rendidores, y esto se obtiene mediante semillas de calidad de variedades mejoradas de maíz. Cada genotipo o variedad de maíz adopta propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y organolépticas diferentes debido a la interacción que hay durante la nixtamalización con el hidróxido de calcio y los componentes de cada genotipo de maíz que pueden percibirse en productos elaborados como la masa y tortilla [2]. El almidón, en la elaboración de tortillas, reviste gran importancia, ya que se le considera responsable de las propiedades reológicas y de textura, que definen la calidad del producto final. La porción de amilosa y amilopectina de almidón tiene un gran efecto, porque aquellas elaboradas con alta porción de amilopectina presentan óptimas condiciones de elasticidad y suavidad [3].

Algunos estudios revelan que a pesar de la enorme diversidad que se tiene en México en cuanto a razas y variedades de maíz nativas o criollas, son pocos los trabajos publicados sobre las características físicas y químicas de sus granos. Dado que en México es insuficiente la producción de maíz, es necesario introducir al mercado diferentes genotipos de maíz que presenten características aptas para ser procesadas en la industria de la masa, tortilla y harinas

### OBJETIVO

El objetivo de la investigación fue determinar la relación esfuerzo-deformación por compresión uniaxial de masas de seis genotipos de maíz blanco para evaluar el módulo de Young y el máximo esfuerzo de cada masa.

### METODOLOGÍA

Seis genotipos de maíz fueron donados por el INIFAP, tres líneas endogámicas M54, M55 y CML-242, dos cruces M54xM55 y M55xM54 y un híbrido H-70. A los granos se les determinó el índice de flotación para realizar la clasificación del tipo de grano y establecer los tiempos de cocción, según [4]. El grano de maíz fue nixtamalizado siguiendo la metodología reportada por [5] para obtener las harinas. Posteriormente las harinas fueron hidratadas hasta obtener 54% de humedad y se dejaron reposar 30 minutos para estabilizarlas. Las pruebas para la relación esfuerzo-deformación por compresión uniaxial se realizaron en un Texturómetro SHIMADZU EZ-S formando con la masa un cilindro de 35 mm de diámetro y 30 mm de altura, a una velocidad de 1mm/s. El equipo registra datos de fuerza respecto a la distancia de compresión, por lo que el esfuerzo y deformación se obtuvieron a partir de las ecuaciones 1 y 2, respectivamente.

$$\tau = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$\gamma = \frac{\Delta L}{L} \quad \text{Ec. (2)}$$

$\gamma$  = Esfuerzo (Pa)

$\Delta L$  = Distancia de compresión (m)

$A$  = Área del cilindro (m<sup>2</sup>)

$L$  = Altura del Cilindro (m)

$F$  = Fuerza (N)

De la curva esfuerzo-deformación se obtuvieron los datos de la zona lineal para obtener la pendiente de la recta por regresión lineal, la cual corresponde al módulo de Young. También se obtuvo el máximo esfuerzo a la ruptura.

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la tabla 1 se muestran los resultados del módulo de Young y esfuerzo máximo para los seis genotipos de maíz.

*Tabla 1. Módulo de Young de seis genotipos de maíz*

Maíz	Módulo de Young (Pa)	Esfuerzo máximo (Pa)
M54	$27.98 \times 10^5$	$17.88 \times 10^4$
M55	$27.01 \times 10^5$	$19.12 \times 10^4$
CML-242	$28.03 \times 10^5$	$19.36 \times 10^4$
M54xM55	$16.022 \times 10^4$	$17.49 \times 10^4$
M55xM54	$22.65 \times 10^4$	$16.57 \times 10^4$
H-70	$19.57 \times 10^4$	$17.66 \times 10^4$

De acuerdo con la tabla 1 y el análisis estadístico de los resultados se identificó que no hay diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los genotipos de maíz para el esfuerzo máximo. Sin embargo, en el módulo de Young si hay diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las diferentes variedades.

En la tabla 1 se identificó que los valores más bajos para el módulo de Young, corresponde a las masas elaboradas con los genotipos M54xM55, M55xM54 y H-70, sin embargo, los valores más altos para el módulo de Young fueron las masas elaboradas con los genotipos CML-242, M54 y M55, pero relacionados con el esfuerzo máximo de cada una de las masas se obtuvo que las masas H-70 y M54xM55 que corresponden a valores bajos del módulo y M54 que corresponde a un valor alto requirieron de un esfuerzo de  $17.66 \times 10^4$  a  $17.88 \times 10^4$  Pa. Esto puede suponer que la dureza de las masas inicialmente como materia prima (grano) interfieren en el comportamiento elástico del grano como masa, pero en este caso se puede observar que no importando que los granos sean de dureza alta como lo es H-70 y M55xM54 se obtuvo que tienen menor elasticidad, de tal forma que la dureza del grano no afecta directamente las características de elasticidad ya que los genotipos M55 y M54xM55 presentaron diferencia entre el módulo de Young,  $27.07 \times 10^5$  y  $16.02 \times 10^5$  Pa, respectivamente. Por lo que no necesariamente se ve influenciada la elasticidad de la masa con la dureza del grano sino que esto se le atribuye a la estructura interna y composición del almidón de cada genotipo de maíz, ya que el almidón influye directamente sobre las características reológicas y texturales de productos a base de maíz nixtamalizado. Las propiedades específicas del almidón en cada genotipo, afectan características como textura, volumen, consistencia, humedad y la vida de anaquel de los alimentos [6].

### CONCLUSIONES

Los maíces genotipos CML-242 y M54 mostraron los valores mayores de módulo de Young, siendo el grano más duro y más suave, respectivamente, por lo que la elasticidad de la

masa depende de la estructura morfológica de cada tipo de maíz.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Proyecto PAPIME PE108316 por el apoyo para la realización de la investigación.

### REFERENCIAS

- [1] A. Castañeda-Sánchez. (2011). Propiedades nutricionales y antioxidantes del maíz azul. Universidad Américas, Puebla México.
- [2] E. Gutiérrez-Cortez, I. Rojas-Molina, J. Pons-Hernández, H. Guzmán, B. Aguas-Ángel, J. Arenas, P. Fernández, A. Palacios-Fonseca, M. E. Rodríguez. Cereal Chemistry, 84 (2007) 186.
- [3] G. A. Araujo. (2009). Influencia del almacenamiento refrigerado en la vida útil de tortillas de maíz adicionadas con un mejorador de textura. Tesis, UNAM, México.
- [4] SAGARPA. Norma Mexicana NMX-FF-034/1-SC-FI-2002. (2002) SAGARPA. Mexico.
- [5] C. Valderrama, A. Domínguez, C. Hernández, R. Zepeda, A. Del Real, M. Pahuja, J. Arellano, E. Moreno. International Agrophysics, 31(2015) 129.
- [6] M.Ö. Raeker, C.S. Gaines, P.L. Finney, T. Donelson. Cereal Chemistry, 75 (1998).

14

IA

INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Esfuerzo-deformación de masas nixtamalizadas con nejayote a diferentes concentraciones de calcio

M. Juárez-Buendía<sup>1</sup>, K. Cruz-Zacarías<sup>1</sup>, E. Fuentes-Romero<sup>1</sup>, A. Oaxaca-Luna<sup>2</sup>, C. Valderrama-Bravo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES Cuautitlán UNAM.

<sup>2</sup>Departamento de Matemáticas, FES Cuautitlán UNAM,

Correo: [marlen.juarez.b@gmail.com](mailto:marlen.juarez.b@gmail.com)



### INTRODUCCIÓN:

Las tortillas son una importante fuente de calorías, proteínas, vitaminas y calcio para los consumidores que incluyen este alimento dentro de su dieta. El objetivo del presente estudio fue determinar la curva de esfuerzo-deformación por compresión uniaxial para evaluar el módulo de Young y esfuerzo máximo de masas a diferentes concentraciones de calcio y nejayote. Los resultados obtenidos se analizaron mediante la aplicación de un diseño factorial de dos factores: la relación nejayote-agua (0:100, 50:50, 30:70) y tres niveles de variación en la concentración de Ca(OH)<sub>2</sub> (0.8, 1.0, 1.2). El proceso de nixtamalización se realizó obteniendo las masas por molienda húmeda. El módulo de Young se ve afectado por la capacidad de absorción de agua de las masas y el reúso de nejayote; la tendencia de el máximo esfuerzo de ruptura mostró que las masas con utilización de nejayote al 30% son más suaves en comparación con las de nejayote al 50%.

### ANTECEDENTES

En México, las tortillas representan el 47% de la ingesta media de calorías. La masa para la producción de tortillas y algunos otros alimentos se obtiene al someter los granos de maíz al proceso de nixtamalización. Este proceso utiliza grandes cantidades de agua y en consecuencia hay una gran generación de aguas residuales "llamada nejayote", que contamina el medio ambiente [1]. Durante la nixtamalización, la interacción entre el calcio y los diferentes componentes del grano determina las propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y sensoriales en productos elaborados a base de maíz nixtamalizado como masa, tortilla y harinas instantáneas [2]. Estos cambios están directamente relacionados con el tiempo, la temperatura de cocción, así como la concentración de hidróxido de calcio y la variedad de maíz utilizado [3]. Como ya se mencionó el nejayote es el residuo generado después del proceso de nixtamalización, éste es una suspensión rica en sólidos solubles, fibra cruda (tejido del pericarpio), calcio y compuestos fenólicos [4]. Sin embargo, el nejayote simplemente se desecha y la regulación del tratamiento de este residuo es aplicado solamente en la industria de harinas instantáneas, pero no hay una regulación para el proceso de nixtamalización tradicional. Al respecto, [5] evaluaron cambios químicos, texturales y viscoelásticos en masas nixtamalizadas con nejayote, determinando la viabilidad de nixtamalizar utilizando este residuo ya que se obtienen masas similares a la control, y con esto se representa un ahorro de agua potable y disminución de descargas contaminadas al drenaje.

### OBJETIVO

Determinar la relación esfuerzo-deformación por compresión uniaxial de masas de maíz nixtamalizado con nejayote a diferentes concentraciones de calcio para evaluar el módulo de Young y el máximo esfuerzo de cada masa

### METODOLOGÍA

El maíz usado fue el híbrido H-70, donado por el INIFAP, Chapingo Estado de México. A los granos se les determinó el índice de flotación para realizar la clasificación del tipo de grano y establecer los tiempos de cocción, según [4]. El grano de maíz fue nixtamalizado siguiendo la metodología reportada por [5] para obtener las masas. Se realizó un diseño de experimentos de 3 x 3: relación agua-nejayote, masa control 0:1 (MC), masa con nejayote diluido 50% (N1) y masa con nejayote diluido 30% (N2) y tres concentraciones de Ca(OH)<sub>2</sub>: 0,8 %, 1 % y 1,2 %. Las pruebas para la relación esfuerzo-deformación, se realizaron en un Texturómetro SHIMADZU EZ-S formando con la masa un cilindro de 35 mm de diámetro y 30 mm de altura, las cuales fueron comprimidas a una velocidad de 1 mm/s. De la curva esfuerzo-deformación se obtuvieron los datos correspondientes a la deformación elástica para obtener el módulo de Young. También se obtuvo el punto máximo de esfuerzo de cada masa. El equipo registra datos de fuerza respecto a la distancia de compresión, por lo que el esfuerzo y deformación se obtuvieron a partir de las ecuaciones 1 y 2, respectivamente

$$\tau = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$\gamma = \frac{\Delta L}{L} \quad \text{Ec. (2)}$$

$\gamma$  = Esfuerzo (Pa)       $F$  = Fuerza (N)

$\Delta L$  = Distancia de compresión (m)

$A$  = Área del cilindro (m<sup>2</sup>)

$L$  = Altura del Cilindro (m)

De la curva esfuerzo-deformación se obtuvieron los datos de la zona lineal para obtener la pendiente de la recta por regresión lineal, la cual corresponde al módulo de Young. También se obtuvo el máximo esfuerzo a la ruptura

## RESULTADOS PRINCIPALES

En la tabla 1 se muestran los resultados del módulo de Young y esfuerzo máximo para las masas.

**Tabla 1. Módulo de Young y esfuerzo máximo**

	Prueba	Módulo de Young 10 <sup>5</sup> (Pa)	Esfuerzo máximo 10 <sup>4</sup> (Pa)
<b>S/nejayote</b>	MC 0.8	1.572	1.446
	MC 1.0	2.336	1.582
	MC 1.2	1.987	1.522
<b>Nejayote 50%</b>	MN1 0.8	2.611	2.243
	MN1 1.0	2.826	1.557
	MN1 1.2	2.660	1.907
<b>Nejayote 30%</b>	MN2 0.8	1.558	1.454
	MN2 1.0	1.846	1.587
	MN2 1.2	1.831	1.044

De acuerdo a los resultados reportados en la tabla 1, el módulo de Young en las masas de maíz nixtamalizado bajo las condiciones con nejayote al 50 % (MN1) se observa un aumento en el módulo elástico de la masa, de modo que los tratamientos que mostraron mayor elasticidad son las masas MN1 1.0 %, MN1 1.2 % y MN1 0.8 % con valores del módulo de Young de 2.82 x10<sup>5</sup> Pa, 2.660 x10<sup>5</sup> Pa, 2.611 x10<sup>5</sup> Pa respectivamente. Sin embargo, en el caso de las nixtamalizaciones MN2 se obtuvieron valores de elasticidad más cercanos a la masa control con 0.8 % de Ca(OH)<sub>2</sub>. De los resultados obtenidos entre los tratamientos, se observa que en las nixtamalizaciones MN1 que corresponden con la recirculación de nejayote al 50 %, se formó una estructura más fuerte, lo contrario a la nixtamalización MN2 (recirculación de nejayote al 30 %). De igual forma se puede observar que el esfuerzo máximo de ruptura aumentó con la proporción de nejayote al 50%; estos cambios pueden atribuirse a las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo durante el cocimiento del grano, puesto que durante el proceso de cocción se llevan a cabo reacciones que modifican tanto las características fisicoquímicas, estructurales y reológicas del nixtamal, masa y tortilla.

## CONCLUSIONES

Las pruebas de compresión uniaxial, ofrecen una manera de estudiar el comportamiento viscoelástico. El esfuerzo

máximo de ruptura de las masas, aumentó en la nixtamalización con recirculación de nejayote al 50% en las 3 concentraciones de Ca (OH)<sub>2</sub>, formando una masa más resistente.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Proyecto PAPIME PE108316 por el apoyo para la realización de la investigación

## REFERENCIAS

- [1] B. A. Acosta-Estrada, M. A. Lazo-Vélez, Y. Nava-Valdez, J. A. Gutiérrez-Urbe, S. O. Serna-Sáldivar. Journal of Cereal Science 60 (2014) 264.
- [2] E. Gutiérrez-Cortez, I. Rojas-Molina, J. Pons-Hernández, H. Guzmán, B. Aguas-Ángel, J. Arenas, P. Fernández, A. Palacios-Fonseca, M. E. Rodríguez. Cereal Chemistry, 84 (2007) 186.
- [3] B. Contreras-Jiménez, M. Gaytan-Martínez, J. Figueroa-Cárdenas, R. Avalos-Zúñiga, E. Morales-Sánchez. Journal of Food Engineering 122 (2014) 72-77.
- [4] J. Gutiérrez-Urbe, C. Rojas-García, S. García-Lara, S. O. Serna-Saldivar. Jorunal of Cereal Science 52 (2010) 410.
- [5] C. Valderrama-Bravo, Y. López-Ramírez, S. Jiménez-Ambriz, A. Oaxaca-Luna, A. Domínguez-Pacheco, C. Hernández-Aguilar, E. Moreno-Martínez. LWT-Food Science and Technology 30 (2015) 1.

**15**  
**IA**  
**INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS**

## Efecto de la fertilización orgánica nejayote – estiércol en el perfil de viscosidad de harinas nixtamalizadas

M.C. Valderrama-Bravo<sup>1,2</sup>, M. E. Domínguez-Hernández<sup>3,4</sup>, R. Zepeda-Bautista<sup>4</sup>, M. Contreras-Padilla<sup>5</sup>, S. González-Gallardo<sup>6</sup>, S. Jiménez-Ambríz<sup>1</sup>, J.A.Oaxaca-Luna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán, UNAM. <sup>2</sup>Departamento de Matemáticas FES-Cuautitlán, UNAM. <sup>3</sup>Departamento de Ciencias Agrícolas, FES-Cuautitlán, UNAM. <sup>4</sup>Posgrado de Ingeniería en Sistemas. ESIME-Zacatenco, IPN. <sup>5</sup>Facultad de Ingeniería.

Universidad Autónoma de Querétaro. <sup>6</sup>Departamento de Ciencias Biológicas FES-Cuautitlán, UNAM.

Correo: [carmenvalde@yahoo.com.mx](mailto:carmenvalde@yahoo.com.mx)



### INTRODUCCIÓN:

El sistema de producción de maíz requiere mejoras que permitan obtener grano en cantidad y calidad suficientes; una alternativa para disminuir el impacto ambiental de la producción es la utilización de desechos de sistemas agroindustriales y pecuarios en forma de fertilizantes orgánicos; para lograr esto es necesario determinar el efecto de dichos fertilizantes en el grano de maíz y sus productos. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el perfil de viscosidad de suspensiones de harinas de maíz fertilizado orgánicamente. Los cambios en la viscosidad fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) y pueden atribuirse a diferencias en la composición química por la aplicación de los tratamientos. Las harinas de maíz tratadas con N1 y A1-N1 podrían ser utilizadas en la industria de la tortilla porque son más resistentes a los mezclados. Los fertilizantes orgánicos son una alternativa para obtener grano de maíz de calidad para la industria.

### ANTECEDENTES

El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal que más se produce y consume en México y es la materia prima que principalmente se procesa en tortilla dado que es base en la alimentación de los mexicanos. Sin embargo, el maíz requiere de una cantidad suficiente de nutrientes para lograr buenos rendimientos, los principales son el nitrógeno, fósforo y potasio; estos nutrientes pueden obtenerse del suelo o a través de fertilizantes químicos y en algunas ocasiones mediante estiércoles y residuos de cosecha [1]. El incremento en el costo de los fertilizantes químicos y la contaminación hace necesario encontrar nuevas alternativas de fertilización. Sembrar maíz en suelos donde se aplican estiércoles líquidos genera incrementos en el rendimiento y contribuye a un mejor balance entre los nutrientes que consume y que genera la planta [2]. En otro aspecto el nejayote es un subproducto de la nixtamalización que contiene aproximadamente 2% de sólidos (pericarpio, proteínas, almidón, calcio, germen, entre otros). Sin embargo, es considerado un efluente dañino para el ambiente debido a su composición química. Por consiguiente, el nejayote es una alternativa de reuso para ser mezclada con abono orgánico y ser usado como un fertilizante.

Las propiedades fisicoquímicas, reológicas y de textura de la masa, así como la calidad final de la tortilla dependen en gran medida del tipo de grano de maíz y éste a su

vez del manejo agronómico del cultivo. En consecuencia, se requiere determinar el efecto que tiene el uso de diferentes fertilizantes orgánicos en el grano de maíz y sus productos, tales como harinas, masa y tortilla.

### OBJETIVO

Evaluar el perfil de viscosidad de suspensiones de harinas de maíz fertilizado con nejayote y abono orgánico, para determinar el efecto en la máxima viscosidad de las suspensiones.

### METODOLOGÍA

El experimento se realizó como un factorial considerando dos factores: nejayote con tres niveles (0, N1=50 y N2=100 m<sup>3</sup>) y estiércol con tres niveles (0, A1=15 y A2=30 t ha<sup>-1</sup>), el arreglo de los tratamientos fue en bloques completos al azar, con tres repeticiones. Adicionalmente se establecieron parcelas con la fertilización química 120N-60P-30K con fines de comparación. La variedad de maíz utilizada fue la AS-722. Las dosis de fertilización orgánica con las combinaciones de nejayote y estiércol se dividieron en tres partes que fueron aplicadas a los 20, 40 y 60 días después de la siembra. El grano de maíz fue nixtamalizado siguiendo la metodología reportada por [3] para obtener las harinas. Posteriormente se realizó el perfil de viscosidad de las suspensiones harinas con agua que

fueron preparadas al 10% en peso y fueron analizadas en un Reómetro Anton Paar MCR 102, usando la metodología propuesta por [4]. Los datos obtenidos fueron Breakdown, máxima viscosidad, viscosidad final y setback. Del perfil de viscosidad se graficaron los datos de máxima viscosidad de las harinas.

## RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados del perfil de viscosidad, máxima viscosidad, Breakdown, viscosidad final y setback mostraron diferencia significativa para los diferentes tratamientos ( $p < 0.5$ ). En la figura 1 se muestra la gráfica de máxima viscosidad respecto a las diferentes combinaciones de estiércol con nejayote.

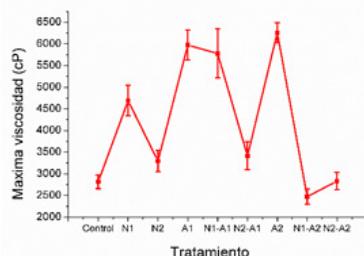


Figura 1. Máxima viscosidad de harinas provenientes de maíz fertilizado con nejayote y abono orgánico

En la gráfica se observa que entre las harinas de maíz fertilizado con nejayote de más baja concentración (N1) y la mezcla de N2 con el abono A1, no hay diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) con la harina de maíz fertilizado químicamente (Control). De igual forma, no hay diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre las mezclas N1-A2, N2-A2 y la harina de grano de maíz fertilizado químicamente. Sin embargo, las harinas de maíz fertilizados con A1, mezcla de N1-A1 y A2 alcanzaron los valores más altos de viscosidad. El componente responsable de los cambios de viscosidad, es el almidón, por lo que es evidente que el grano de maíz sufrió modificaciones. De acuerdo a [5], los genotipos con granos suaves desarrollan altas viscosidades porque los gránulos de almidón son menos compactados, facilitando la difusión de agua en el interior del grano. Por el contrario, las harinas de granos más duros producen viscosidades más bajas. En nuestra investigación el grano usado para nixtamalizar es clasificado como duro, pero observamos (figura 1) que existen cambios en la viscosidad por la aplicación de los fertilizantes orgánicos. Este hecho puede atribuirse a posibles cambios en la composición química, principalmente de almidón. Con los resultados obtenidos las harinas de maíz tratadas con N1 y A1-N1 podrían ser utilizadas en la industria de la tortilla, dado que son más resistentes a los mezclados, mientras que las demás harinas podrían usarse en la elaboración de tortillas y masa de pequeños molineros.

## CONCLUSIONES

El cambio de viscosidad en las harinas de granos fertilizados con los diferentes tratamientos tuvo una variación del 63% entre el valor más bajo y el más alto de viscosidad, pudiendo dar alternativas de uso de las harinas en diferentes

mercados. La fertilización química, que es la práctica general en los sistemas de producción en México, puede ser sustituida por la fertilización orgánica con residuos de la producción pecuaria (estiércol) y de la agroindustria (nejayote) con el fin de obtener grano y productos de maíz de calidad disminuyendo el impacto ambiental de las prácticas de producción y transformación de dicho insumo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Proyecto PAPIME PE108316 PAPI-ME203817 y PIAPI 1658 por el apoyo para la realización de la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] S. E. Salazar, H. Trejo, C. Vázquez, J. López, M. Fortis, R. Zuñiga. *Terra Latinoamericana*, 27 (2009) 615.
- [2] J. Schröder, G. Vermeulen, J. Huijsmans, G. Meuffels, D. Van der. *European Journal of Agronomy*, 64 (2015) 29.
- [3] C. Valderrama, A. Domínguez, C. Hernández, R. Zepeda, A. Del Real, M. Pahuja, J. Arellano, E. Moreno. *International Agrophysics*, 31(2015) 129.
- [4] N. Rincón, L. Vega, M. Contreras, A. Acosta, M. Rodríguez. *International Journal of Biological Macromolecules* 91 (2016) 106.
- [5] D. Narvaéz, J. Figueroa, S. Taba, S. Rincón. *Cereal Chemistry*, 83 (2006) 605

16  
IA  
INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS

## Extracción y caracterización de almidón de raíz de sechiumedule (CHINCHAYOTE)

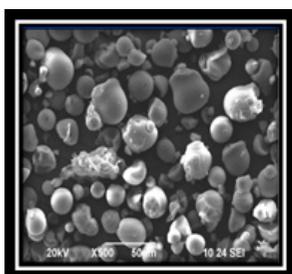
B. W. M. Arias, M. M. A. Aguilar, Z. D. Quintana.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada.  
Legaria 694, Col. Irrigación, Ciudad de México, C.P. 11500. MÉXICO.

Correo: wenarias55@gmail.com

### INTRODUCCIÓN:

El presente trabajo tuvo por objetivo la extracción y caracterización de almidón de raíz de *Sechium edule* (Chinchayote). Análisis fisicoquímicos, reológicos y texturales fueron realizados y comparados contra almidones de papa y maíz. Los gránulos de almidón presentaron una morfología esférica con tamaños entre 5 y 30  $\mu\text{m}$ . El comportamiento del perfil de viscosidad fue similar al de papa, al alcanzar una viscosidad máxima de 12000cp. El análisis de DSC permitió obtener las temperaturas de gelatinización y fusión, 69.74°C y 147.58°C, respectivamente. Después de 48h, los geles preparados presentaron un menor valor de dureza en comparación con el de papa, pero mayor a los de maíz. Éstos valores se vieron incrementados al realizar las mediciones 8 días después, pero presentando la misma tendencia inicial. Los resultados obtenidos indican que el chinchayote puede representar una fuente potencialmente importante de almidón que puede ser aprovechado por la industria alimentaria.



Gránulos de almidón de Chinchayote

### ANTECEDENTES

Los carbohidratos son biomoléculas que desempeñan diversas funciones tales como: proporcionar energía, funcionar como reserva energética, etc; algunos además presentan una funcionalidad en nuestro organismo [1]. Entre ellos se encuentran polisacáridos como el almidón que constituye la forma más generalizada, aunque no la única, de reserva energética en vegetales [2]. Desde el punto de vista químico está formado a partir de dos estructuras principales; amilosa y amilopectina, cuyas características principales son una cadena lineal con enlaces  $\alpha$ -1,4-glicosídico en el caso de la primera y el mismo tipo de cadena además de presentar ramificaciones del tipo  $\alpha$ -1,6-glicosídico para la segunda [3]. El almidón resistente (AR) y se define como la suma del almidón y los productos de degradación del mismo no absorbidos en el intestino delgado de individuos sanos [5].

Es la parte del almidón que logra resistir el proceso de digestión pasando intacto a intestino grueso, otorgando así distintos beneficios a la salud, entre éstos, un efecto prebiótico, etc [6].

### OBJETIVO

Extraer y Caracterizar morfológica, fisicoquímica, reológica y texturalmente el almidón presente en la raíz de *Sechium edule*, mediante métodos analíticos e instrumentales.

Objetivos particulares

- Extraer y cuantificar el almidón presente en la raíz de *Sechium edule*, a través de métodos analíticos-gravimétricos para su posterior caracterización.

- Realizar un Análisis químico proximal del almidón extraído de la raíz de *Sechium edule*.
- Caracterizar morfológica, fisicoquímica, reológica y texturalmente el almidón presente en la raíz de *Sechium edule*

### METODOLOGÍA

Se realizó la extracción y cuantificación de Almidón con método alcalino. Se llevó a cabo la caracterización reológica mediante un equipo RVA marca Newport Scientific, en un intervalo de temperatura de 50 a 90°C, a una velocidad de 160 rpm por un tiempo de 15min, el análisis textural del componente mayoritario (almidón) comparando contra almidones de papa y maíz se realizó en un texturómetro Texture Analyser TA-XT2i. El análisis de DSC se llevó a cabo en un calorímetro diferencial de barrido Pyris 1 (Perkin Elmer, USA) en un intervalo de temperatura de 30 a 200°C.

### RESULTADOS PRINCIPALES

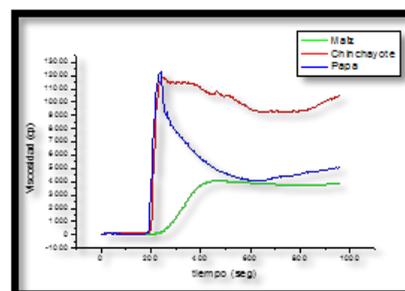


Figura 1. Gráfico comparativo de Viscosidad- Almidones.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 1, en la cual se puede observar que el almidón de chinchayote alcanza una viscosidad de casi 12000cp, comportamiento muy parecido al obtenido con almidón de papa, quedando mucho menor el de maíz con alrededor de 4000cp; así mismo se puede apreciar que los almidones de chinchayote y papa alcanzan su máxima viscosidad en menor tiempo que el de maíz; por otra parte se visualiza que se presenta un decaimiento en los valores de viscosidad, el cual es muy evidente en el almidón de papa al observarse un marcado declive que va de los 12000 cp iniciales a 4000cp; caso que no se observa en el de chinchayote, ya que su disminución en viscosidad no es tan pronunciada, pasa de los 12000cp a casi 10000 cp.

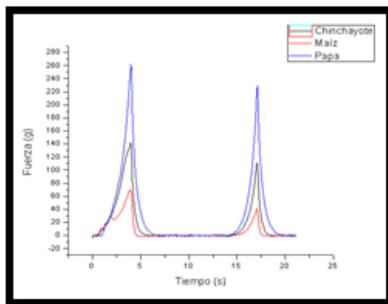


Figura2. TPA para almidones a los 8 días.

Los resultados obtenidos en la prueba para el análisis de perfil de textura que se realizó a las 48 h de haber preparado los geles de almidones de chinchayote, papa y maíz, muestran que los tres tipos de almidón tienen un comportamiento similar, sin embargo, el gel de almidón de papa tiene mayor dureza (143.8 gf). En la figura 2 Se puede observar que los valores de dureza para geles de almidón de chinchayote y papa se incrementaron notablemente; sin embargo conservaron la característica de que el mayor valor de dureza es desarrollado por el precedente de papa; así mismo se obtuvo que el gel de almidón de maíz es el que posee menor valor, además de presentar una fractura en la estructura del gel.

## CONCLUSIONES

El almidón de chinchayote obtenido presentó muy buen comportamiento reológico y textural comparado con el de maíz y de papa, proporcionando excelentes propiedades de formación de geles, lo cual representa una gran ventaja, ya que se relaciona indirectamente con el aumento en la vida de anaquel de productos que contengan almidón de chinchayote, no presentando cambios en las características del mismo.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGA-PA-PAPIIT IA106216, Tratamiento fotocatalítico solar de agua con contaminantes no biodegradables tipo ECP encontrados en México

## REFERENCIAS

- [1] Acosta Osorio, Andrés Antonio.. "Estudio de viscosidad aparente en sistemas simples y multifásicos de baja densidad en función de la temperatura, mediante el uso de un visco-analizador". Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. (2013)
- [2] Aila-Suárez S, Palma-Rodríguez H.M, et al. Characterization of films made with chayote tuber and potato starches blendingwith cellulose nanoparticles. Carbohydrate Polymers 98 (2013) 102-107.
- [3] AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 1988
- [4] Aristizábal Johanna y Sánchez Teresa. Guía práctica para producción y análisis de almidón de yuca. FAO Inter-Departmental Working Group. Vol. 163 (2007) 61-134
- [5] Bertolini Andrea C. Starches. Characterization, Properties and Applications. CRC Press. Taylor & Francis Group. New York (2010).
- [6] Blazek Jaroslav y Copeland Les. Pasting and swelling properties of wheat flour and starch in relation to amylose content. Carbohydrate Polymers 71 (2008) 380-387.



## Eliminación de atrazina acuosa mediante fotocatalisis heterogénea solar

Víctor Martín Trejo Arredondo, Julio César Morales Mejía, Yolanda Marina Vargas Rodríguez  
División de Ciencias Químico-Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. 1o de Mayo s/n,  
Santa María las Torres Campo Uno, 54740 Cuautitlán Izcalli, México, México,

Correo: vmta2005@gmail.com



### INTRODUCCIÓN:

Se utilizó un reactor fotocatalítico solar para eliminar atrazina en medio acuoso. La atrazina es un herbicida de amplio uso en México y es un contaminante importante de escorrentías agrícolas, que afecta flora y fauna acuáticas y que puede ser peligroso para el ser humano. El reactor se construyó con tecnología de impresión en 3D para la conformación de los perfiles del CPC de concentración geométrica unitaria, reflejante de aluminio electro-pulido de alta eficiencia y tuberías de vidrio boro-silicato de buena transmitancia en la región UV del espectro electromagnético solar. La Atrazina ha sido removida exitosamente en este reactor y se proponen condiciones de pH, concentración inicial de persulfato y dosis de energía UVA adecuadas.

### ANTECEDENTES

La continua necesidad de producir más alimentos para una población que presenta un rápido crecimiento ha hecho que el uso de los plaguicidas en su mayoría sintéticos, tengan un papel fundamental para garantizar la protección y la calidad de los diferentes cultivos. En los últimos años se han llevado a cabo varios experimentos mediante tecnologías de oxidación avanzadas, obteniendo resultados alentadores en la degradación y mineralización de compuestos orgánicos especialmente pesticidas [1]. El uso de fotorreactores ha evolucionado mejorando la captación de energía elevando la eficiencia. Para llevar a cabo los diversos tipos de reacción fotocatalítica con pesticidas organoclorados, organofosforados y triazinas se han construido diferentes tipos de fotorreactores modificando el modo de aplicación del catalizador [1].

La Atrazina es un herbicida de la familia de la s-triazina, la cual es ampliamente usada a escala global para control de mala hierba en cultivos como maíz, el sorgo, la caña de azúcar y otros más. La Atrazina tiene la fórmula molecular  $C_8H_{14}ClN_5$ . Es poco soluble en agua pero a pesar de ello se ha encontrado en agua superficial, escorrentías y agua subterránea, lo cual es particularmente preocupante. Los efectos que produce una intoxicación aguda son irritación severa de ojos, piel (dermatitis), nariz y garganta. Por otro lado, los efectos crónicos que producen son alteraciones en las funciones del corazón, hígado y riñón, además de problemas en la reproducción debido a que altera los niveles de hormonas relacionadas con la ovulación. También provoca defectos de nacimiento en humanos; por ejemplo, piernas reducidas y otras malformaciones congénitas [2]. La cinética de este tipo de reacciones, cuando se estudia la oxidación de moléculas orgánicas,

suele ser descrita adecuadamente mediante el modelo de Langmuir-Hinshelwood y su simplificación a un modelo de pseudo primer orden con respecto al contaminante para cuando la concentración inicial de éste es baja [3].

### JUSTIFICACIÓN

La agricultura es una de las principales actividades en México, la cual utiliza un sin fin de agroquímicos para optimizar la producción. El uso de plaguicidas indiscriminado ocasiona un grave problema para el medio ambiente y seres vivos ya que estos son en su mayoría persistentes y tóxicos provocando una contaminación en suelos y mantos acuíferos, en estos último existiendo un mayor riesgo de propagación debido al consumo y uso de agua. Actualmente en nuestro país se fabrica, comercializa y usa plaguicidas que en varias partes del mundo como Europa y Estados Unidos están prohibidos.

### OBJETIVO

Oxidar y remover atrazina en fase acuosa mediante fotocatalisis heterogénea solar en un fotorreactor tipo colector parabólico compuesto (CPC)

### METODOLOGÍA

El reactor heterogéneo consiste en un tanque que alimenta con una bomba centrífuga a cuatro colectores parabólicos compuestos que están conectados en serie; el sistema se encuentra en recirculación.

Para la cuantificación de atrazina se utilizó un espectrofotómetro de marca Shimadzu modelo UV1601. La atrazina fue obtenida de Sigma Aldrich, la solución se preparó con una concentración de 5ppm, mientras que la concentra-

ción de persulfato de sodio vario de un rango de  $1 \times 10^{-5} \text{M}$  a  $5 \times 10^{-3} \text{M}$ , la concentración de  $\text{TiO}_2$  se mantuvo constante en todas las pruebas la cual fue de  $0.1 \text{g/L}$ .

### RESULTADOS PRINCIPALES

En la Tabla 1 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) el cual es un método de prueba de igualdad de tres o más medias poblacionales [5]. Como se observa en el factor "A" no existe una diferencia de medias significativa mientras que para el factor "B" si existe dicha diferencia de medias.

	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor P
<b>Factor A (Re)</b>	2	8.6264X10-7	4.3132X10-7	0.05382	0.94785
<b>Factor B(C<sub>0</sub>)</b>	1	1.0481X10-4	1.0481X10-4	13.07749	0.00405
<b>Interacción</b>	2	9.8329X10-6	4.9164X10-6	0.61344	0.55902
<b>Modelo</b>	5	1.1977X10-4	2.3955X10-5	2.98888	0.0605
<b>Error</b>	11	8.8186X10-5	8.0146X10-6	0.94785	--
<b>Total</b>	16	2.0793X10-4	--	--	--

En la Fig. 1 se muestra la eficiencia obtenida a diferentes concentraciones de persulfato de sodio y tiempos hidráulicos de residencia, se observa que a una concentración de  $1 \times 10^{-3} \text{M}$  la eficiencia aumenta a comparación de una concentración  $0 \text{M}$  pero al aumentar la concentración la eficiencia disminuye esto es debido a la recombinación del persulfato [4].



Figura 1. Efecto del persulfato inicial

### CONCLUSIONES

La fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio y un agente oxidante (persulfato de sodio), resultó un proceso apropiado para oxidar compuestos recalcitrantes y persistentes, como fue el caso del herbicida atrazina. La velocidad y la eficiencia de degradación de atrazina aumentaron al incrementar la concentración inicial del agente oxidante, aunque con una concentración  $5 \times 10^{-3} \text{M}$  la eficiencia disminuye considerablemente.

### REFERENCIAS

- [1] Herrmann, J. M. (1995). An emerging discipline involving multiphase systems. *Catalysis Today* 24 (1995) 157-164, Elsevier.
- [2] Cortés H. V. (2016). Determinación simultánea de hidroxiatrazina, desetilatrazina y atrazina por medio de CLAR-UV-DAD en muestras de agua de las Lagunas de Montebello. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [3] Herrmann J. M. (2010). Fundamentals and misconceptions in photocatalysis. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 216 (2010) 85–93. Science Direct
- [4] Matzek W. L., Carter K. E. (2016). Activated persulfate for organic Chemical degradation: A review. *Chemosphere*. 151(2016), 178-188
- [5] Triola F. M. (2004) Estadística. México Ed. Pearson educación.



## Caracterización y actividad fotocatalítica de tres fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub> para la oxidación de triclosán

W. N. Martínez , J.C. Morales

Licenciatura en Química Industrial, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Correo: wendiluu.nanci.mar@gmail.com

### INTRODUCCIÓN:

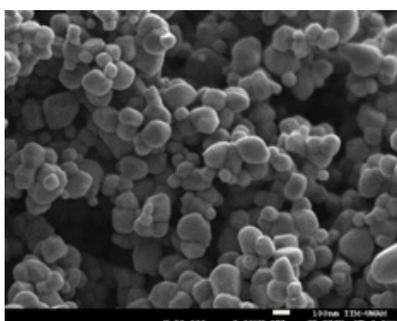


Imagen de FESEM del fotocatalizador F2

Se realizó la caracterización de tres catalizadores de dióxido de titanio por los métodos de difracción de rayos x, espectroscopia de rayos X y microscopía electrónica de barrido de emisión de campo, que permitieron determinar el tamaño de cristal y fase cristalina. Dos de los fotocatalizadores en estudio presentan misma fase cristalina pero diferente tamaño de partícula (F1 y F2) y un tercer catalizador (F3) posee una combinación de fases. Se estudió el efecto de estas propiedades en la actividad fotocatalítica de cada catalizador para la degradación de triclosán en agua, evaluando además el efecto de un agente oxidante en diferentes concentraciones. Los resultados experimentales indican tentativamente que el catalizador que eliminó eficientemente triclosán en medio acuoso por fotocatalisis heterogénea en un reactor tipo CPC (Canal parabólico compuesto) es F3 y que la concentración de agente oxidante de mayor eficiencia en la oxidación del contaminante es  $5 \times 10^{-4} \text{M}$ .

### ANTECEDENTES

El triclosán (2,4,4'-tricloro-2'-hidroxidifenil éter) es un agente antimicrobiano sintético, ampliamente utilizado en productos farmacéuticos y de cuidado personal (1), por lo que su principal fuente de introducción al ambiente es a través del sistema de alcantarillado en aguas residuales domésticas e industriales. Diversos estudios indican que la persistencia de triclosán en el ambiente está causando su bioacumulación en varios organismos de ecosistemas acuáticos causando efectos negativos variados (2). Por dichas características el triclosán está siendo considerado un contaminante emergente. Estos contaminantes difícilmente pueden eliminarse completamente mediante tratamientos físico-químicos microbiológicos y/o convencionales, siendo necesario el desarrollo de potentes procesos de oxidación para asegurar su eliminación total de las aguas [3].

Entre las nuevas tecnologías avanzadas de oxidación (TAO) se encuentra la fotocatalisis heterogénea, que se ha convertido en una alternativa para la purificación de agua por ser un método muy eficiente en la remoción de contaminantes orgánicos los cuales son totalmente mineralizados por este proceso [4]. El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es uno de los fotocatalizadores más utilizados por este proceso debido a su rentabilidad, no es tóxico, pero es químicamente inerte, resistente a la corrosión química y de elevado poder oxidante [5].

El TiO<sub>2</sub> puede presentarse en diversos polimorfos, de los cuales se conocen principalmente tres fases cristalinas: anatasa, rutilo, y brookita [6]. La fase que presenta una ma-

yor actividad fotocatalítica es la anatasa [7]. Aunque también, se ha demostrado que la presencia de las fases anatasa y rutilo en nanopartículas de TiO<sub>2</sub> son beneficiosas para mejorar la actividad fotocatalítica (8). Es por ello que el manejo de las propiedades cristalográficas, estructurales y electrónicas a nanoescala, ha cobrado importancia debido a la relación que guarda la actividad fotocatalítica respecto a las propiedades y disponibilidad de la superficie irradiada por luz [9].

### OBJETIVO

Caracterizar tres diferentes catalizadores de TiO<sub>2</sub> y evaluar el efecto de las propiedades fisicoquímicas de cada uno sobre la actividad fotocatalítica en la oxidación de triclosán en agua mediante fotocatalisis heterogénea solar en un reactor tipo CPC.

Determinar si existe una relación entre el tamaño de partícula o de cristal y la fase cristalina con la actividad fotocatalítica del fotocatalizador para la eliminación eficiente de triclosán en medio acuoso

### METODOLOGÍA

La naturaleza cristalina y la pureza de fase de los fotocatalizadores se analizaron por las técnicas de difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido emisión de campo de alta resolución.

Para cada prueba fotocatalítica se empleó un litro de solución de Triclosán a una concentración de 4 ppm y 0.1g de fotocatalizador, adicionando además la cantidad nece-

saria de persulfato de sodio dependiendo de la concentración inicial requerida (0, 0.001, 0.0005, 0.0001 M). El reactor solar utilizado en esta experimentación es de tipo CPC, con una relación de concentración igual a 1 (Fig. 1). El reactor se orientó en un plano horizontal de este a oeste, o un ángulo de inclinación de  $20^\circ$  en las pruebas en invierno, tomando en consideración los ángulos de altitud solar.



Figura 1. Reactor CPC

## RESULTADOS PRINCIPALES

Los difractogramas proporcionan un pico que según la literatura debiera estar situado alrededor de  $2\theta=25^\circ$  dirección (101) correspondiente a la fase anatasa del  $\text{TiO}_2$ . En tanto, las imágenes obtenidas por microscopía permitieron determinar el tamaño de partícula para los catalizadores de fase anatasa (para F1 el tamaño es menor a 25nm mientras que F2 es mayor a 80nm).

Con los resultados de EDS se aprecia que la composición mayoritaria de los catalizadores es 81.79% de O y 17.14% de Ti dando una suma del 98.93%, del total de masa atómica.

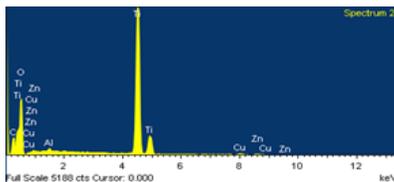


Figura 2: EDS del catalizador F2, se presentan picos representativos de los elementos de Ti y O.

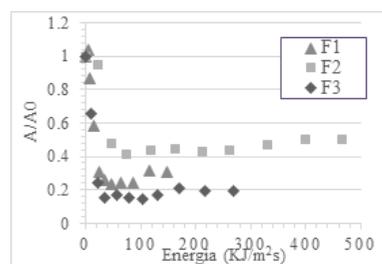


Figura 3: Oxidación fotocatalítica de triclosan a una concentración de persulfato de sodio  $5 \times 10^{-4} \text{M}$

## CONCLUSIONES

La eficiencia fotocatalítica fue mejor para el catalizador con dos fases cristalinas (F3). La actividad fotocatalítica también se ve incrementada a tamaños de partícula menores de acuerdo a los resultados obtenidos por el fotocatalizador F2.

El fotocatalizador que degradó más eficientemente al triclosan es F3 (Degussa P-25). El segundo mejor catalizador fue el F1 ( $d_p < 25 \text{nm}$ ).

Con 0.005 M de persulfato se obtuvo la mayor eficiencia.

## AGRADECIMIENTOS

Al programa de apoyo a proyectos de investigación e innovación tecnológica PAPIIT, proyecto IA106216, Tratamiento fotocatalítico solar de agua con contaminantes no biodegradables tipo ECP encontrados en México. Agradezco a la DGAPA-UNAM la beca recibida. A Dr. Julio César Morales Mejía, director de tesis.

## REFERENCIAS

- [1] Zhao, C., et al. (2015). Science of the Total Environment, 505: 633- 639.
- [2] Zhang, T. (2009).. Environmental engineering, 13(2): 110-119.
- [3] Brillas, E., et al. (2016). Journal of Hazardous Materials , 34-42.
- [4] Villa, K., Gordillo, F., & Zarate, F. (2010). The biologist (Lima) , 8(1): 29-34.
- [5] Mokhbi, Y., et al. (2014). Energy Procedia, ScienceDirect: ELSEVIER, 50: 559-566.
- [6] Hernández, A., Medina, I. (2015). Photocatalytic semiconductors: synthesis, characterization and environmental applications. New York: Springer .
- [7] Mohamed, B., & Rajeev, K. (2016). Photocatalytic Activity Enhancement of Titanium Dioxide Nanoparticles: Degradation of Pollutants in Wastewater. New York Dordrecht London: Springer Briefs in Green Chemistry for Sustainability.
- [8] Carrera, R., & Catillo, S. (2012).. Superficies y Vacío, 25(2): 82-87.
- [9] Shan, G., Yan, S., Tyagi, R., Surampalli, R., & Zhang, T. (2009).. Environmental engineering, 13(2): 110-119.
- [10] James, D. (2015). Investigation into High efficiency visible light photocatalysts for water reduction and oxidation. Tesis Doctoral por The University College London, UK. Suiza: Springer.



## Diseño de un biosensor cronoamperométrico cilíndrico mediante retículas de Boltzmann

Laura Edith Mares Carmona, Paola Lucero Monter Cárdenas, Marcos Reyes Villa  
Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Correo: [laura.mares.carmona69@gmail.com](mailto:laura.mares.carmona69@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN:

En 2007 Baronas et al [1] publicaron un método basado en diferencias finitas implícitas para el diseño de biosensores cilíndricos de enzima inmovilizada, donde es necesario resolver un sistema de ecuaciones algebraicas simultáneas no lineales. Dichos biosensores corresponden a un bloque cilíndrico de enzima que descansa sobre la placa inferior de una cavidad rectangular. Los biosensores amperométricos miden la intensidad de la corriente farádica resultante de los procesos de oxidación o reducción sobre la superficie de un electrodo con enzima inmovilizada. En este trabajo se propone un algoritmo computacional basado en retículas de Boltzmann en coordenadas cilíndricas, para resolver el conjunto de ecuaciones diferenciales parciales no lineales que gobiernan los fenómenos de reacción-difusión que tienen lugar en el sistema. La formulación local pero acción global de este método permite obtener un algoritmo explícito con un amplio intervalo de estabilidad y sin la necesidad de resolver ecuaciones algebraicas no lineales.

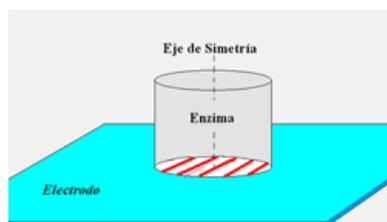
### ANTECEDENTES

Los biosensores son dispositivos empleados en muchas aplicaciones científicas, industriales y clínicas. Un ejemplo típico de ellos son los biodetectores de glucosa, en los que la enzima glucosa oxidasa se utiliza para romper moléculas de glucosa en la sangre y determinar el contenido de azúcar en la muestra sanguínea como función de los electrones ocupados en el proceso bioelectroquímico. Los biosensores son confiables, baratos y de alta sensibilidad. Un biosensor está compuesto por:

- Un sensor biológico, comúnmente tejidos, microorganismos, organelos, enzimas, anticuerpos u otros materiales biológicos
- Un elemento detector o transductor, el cual transforma la señal resultante de la interacción química del analito con elemento biológico en otra señal más fácil de

### JUSTIFICACIÓN

La figura (1) es una representación esquemática del biosensor considerado aquí. Consiste de una enzima cilíndrica inmovilizada y soportada sobre un electrodo plano



La forma reducida del sustrato se difunde a través de la solución hacia la enzima inmovilizada, luego se dispersa atravesando la enzima, al mismo tiempo en que toma lugar la reacción electroquímica asistida enzimáticamente. La velocidad de reacción es monitoreada por la corriente eléctrica detectada en el electrodo, la cual está asociada

a la oxidación electroquímica del producto de la reacción bioquímica. Finalmente el producto se contradifunde atravesando la enzima y la solución.

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es presentar la simulación computacional de procesos cronoamperométricos que ocurren en un biosensor de enzima inmovilizada en el que se lleva a cabo una reacción electroquímica reversible acoplada con una reacción enzimática homogénea, utilizando un método proveniente de la teoría cinético molecular, denominado retículas de Boltzmann, para resolver las ecuaciones diferenciales no lineales de reacción-difusión que gobiernan el sistema, en lugar de los tradicionales métodos numéricos orientados a las ecuaciones diferenciales, tales como elementos finitos, volúmenes finitos o elementos espectrales

### METODOLOGÍA

En esta sección se describe brevemente el algoritmo pseudotrídimensional axisimétrico de retículas de Boltzmann para simular los procesos cronoamperométricos en un electrodo de enzima inmovilizada, con cinética compleja. Dicho algoritmo consiste en:

1. Especificación de condiciones de frontera invariantes, es decir, las concentraciones de las especies químicas en el seno de la solución electrolítica.
2. Especificación de parámetros:  $v_{max}$ , CE,  $k_{MM}$ ,  $k_{MS}$ , altura y radio de la enzima, alto y ancho del canal,  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta t$ , DS, DP, DSE, DPE, número de iteraciones en el tiempo.
3. Inicio de las iteraciones en el tiempo
4. Evaluación de la concentración de sustrato y producto en cada sitio nodal a través de la capa límite de difusión

alrededor del electrodo, este es el típico paso de fluidización en los métodos de retículas de Boltzmann.

5. Evaluación de los efectos de difracción debido a las colisiones, empleando las funciones de distribución al equilibrio.

6. Evaluación de las concentraciones de sustrato y producto en cada sitio nodal dentro de la enzima inmovilizada. Este es el paso de fluidización a través de la enzima. Aquí se utilizan los coeficientes de difusión DSE y DPE.

7. Evaluación de los efectos de difracción dentro de la enzima después de las colisiones empleando las funciones de distribución al equilibrio dadas, otra vez con coeficientes de difusión a través de la enzima.

8. Implementación de las condiciones de frontera no invariantes.

9. Actualización y normalización de las concentraciones de sustrato y producto.

10. Regreso al paso 3 para el nuevo paso de tiempo.

## RESULTADOS PRINCIPALES

La figura (2.a) muestra los resultados computacionales de la evolución de los perfiles de concentración de sustrato y producto, mientras que la figura (2.b) exhibe las curvas cronoamperométricas resultantes para diferentes concentraciones de sustrato.

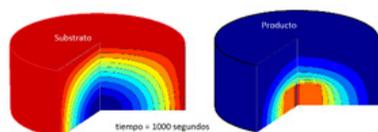


Figura 2a. Progresión de los perfiles de concentración de sustrato y producto

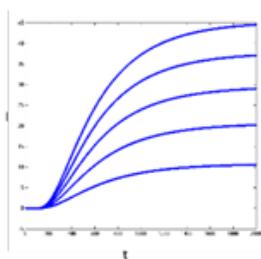


Figura 2b. Cronoamperogramas.

## CONCLUSIONES

En este estudio se presentó un algoritmo computacional para la simulación computacional de los fenómenos de reacción-difusión que ocurren durante un proceso cronoamperométrico en un sensor bioelectroquímico de enzima inmovilizada, empleando un método proveniente de la teoría cinético molecular de la mecánica estadística. Hasta nuestro conocimiento, esta es la primera propuesta de un método axisimétrico basado en retículas de Boltzmann para modelar matemáticamente los fenómenos de reacción-difusión en biosensores cronoamperométricos.

## REFERENCIAS

[1] K. Yokohama, Y. Kayanuma. (1998). Cyclic voltammetric simulation for electrochemically mediated enzyme reaction and determination of enzyme kinetic constants. *Anal Chem.* 70, 3368-3376.

[2] R. Baronas, F. Ivanauskas, J. Kulis and M. Sapagovas. (2004). Computational modelling of a sensor based on an array of enzyme microreactors. *Nonlinear Analysis, Modelling and Control*, 9(3), 203-218.

[3] S. Chen, G. D. Doolen. Lattice Boltzmann method for fluid flows. (1998). *Annu. Rev. Fluid Mech.* 30, 329-364.

[4] S.P. Dawson; S. Chen; G. D. Doolen. (1993). Lattice Boltzmann computations for reaction-diffusion equations. *J. Chem Phys.* 98(2), 1514.



## Cuantificación, caracterización y potencial aprovechamiento de residuos sólidos de cafeterías de la FES Acatlán, UNAM

Alejandra Guadalupe Villegas Pañeda, Hermenegildo Arcos Serrano,  
Omar Reyes Martínez, Leydi Rubi Pérez Vera

FES Acatlán, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan, Edo. Méx., México. FES Acatlán, Programa de Ingeniería Civil, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan, Edo. Méx., México

Correo: [alejandragvipa@gmail.com](mailto:alejandragvipa@gmail.com)



Clasificación de RSU

### INTRODUCCIÓN:

La acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU) es un grave problema ambiental por lo que se requiere implementar acciones para la reducción y el aprovechamiento de los mismos. Con el objetivo de presentar propuestas de sostenibilidad ambiental en nuestra Institución, se realizó un estudio de cuantificación y caracterización de los residuos generados en las cafeterías de la FES Acatlán. Los resultados muestran una producción aproximada de 1.1 Toneladas de residuos mezclados/semana, de los cuales el 76.69% es materia biodegradable y el 31.14% de la fracción inorgánica está constituida por material reciclable.

### ANTECEDENTES

La acumulación de basura es uno de los problemas ambientales más graves en México. La creciente producción de residuos y su manejo inadecuado provoca graves daños ambientales. Los residuos sólidos urbanos (RSU) son una mezcla heterogénea de materiales compuesta en su mayoría por fracciones orgánicas biodegradables [1].

La FES Acatlán es una de las entidades académicas más importantes del noroeste de la zona metropolitana. El rápido crecimiento de la zona urbana se relaciona con el aumento de la población de la Facultad, lo cual implica un incremento en la producción de sus RSU. Las 6 cafeterías instaladas en el campus son generadoras de residuos, cuyo manejo sólo consiste en la recolección y disposición final; es necesario implementar acciones para su máximo aprovechamiento, con base en un diagnóstico apropiado. El objetivo principal de este trabajo fue conocer, a través de un estudio de caracterización de RSU, el potencial de reutilización de aquellos generados en las cafeterías de la FES Acatlán

### OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo fue conocer, a través de un estudio de caracterización de RSU, el manejo actual y el potencial de reutilización de los RS generados en las cafeterías de la FES Acatlán

### METODOLOGÍA

Se recabó información general respecto a la disposición de residuos con trabajadores y encargados de las 6 cafeterías. El estudio se realizó con 3 establecimientos representativos: Cafetería-Librería, Cafeta de Acatlán y Campos

#3. El estudio se realizó con base en las normas oficiales mexicanas: NMX-AA-061-1985 (muestreo de RSU), NMX-AA-015-1985 (Cuarteo de RSU), NMX-AA-019-1985 (Peso volumétrico de RSU) y NMX-AA-022-1985, en un período de cinco días hábiles durante el semestre regular. Se cuantificó y caracterizó a los RSU para ambos turnos escolares (matutino y vespertino). Se utilizó una báscula industrial de 150 kg para la cuantificación y un recipiente de 0.128 m<sup>3</sup> para la determinación del peso volumétrico. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos de contenido de humedad y pH de las fracciones orgánicas que se colectaron durante tres días. Las determinaciones se realizaron por triplicado y conforme a lo establecido por los métodos establecidos en la NMX-AA-016-1984 y la NMX-AA-013-SCFI-2006.

### RESULTADOS PRINCIPALES

El total de residuos generados por tres cafeterías resultó de 0.562 Ton/ semana, lo cual sugiere que el total de RSU que producen las 6 cafeterías es un aproximado de 1.1 toneladas a la semana. La biomasa representa el mayor porcentaje de los residuos con 76.69%, mientras que la mayor proporción de la fracción inorgánica la constituyen plásticos. Durante el turno matutino se genera el 61.6% de todos los residuos. A continuación se presenta la composición de los RSU estudiados. El total de residuos generados por tres cafeterías resultó de 0.562 Ton/ semana, lo cual sugiere que el total de RSU que producen las 6 cafeterías es un aproximado de 1.1 toneladas a la semana. La biomasa representa el mayor porcentaje de los residuos con 76.69%, mientras que la mayor proporción de la fracción inorgánica la constituyen plásticos. Durante el turno matutino se genera el

61.6% de todos los residuos. A continuación se presenta la composición de los RSU estudiados.

**Tabla 1. Composición de RSU en las cafeterías de la FES Acatlán**

<b>Subproducto</b>	<b>% en peso</b>
Trapo y telas	0.32
Fibras sintéticas	0.40
Fibra dura vegetal	6.26
Servilleta	1.87
Madera	2.66
Lata de metal	0.40
Aluminio macizo	0.05
Cartón	5.29
Papel archivo	0.23
Papel periódico	0.41
Bolsas plástica	7.48
Plástico duro	2.04
Plástico soplado	1.91
PET	0.93
Poliestireno expandido	2.94
Otros plásticos	0.56
Residuos alimenticios	62.07
Vidrio ámbar	0.82
Vidrio blanco	1.12
Tetrapack	1.00
Otros peligrosos	0.09
Plásticos metalizados	0.07
Papel aluminio	0.27
Papel sanitario	0.26
Residuos de jardinería	0.28
Cerámicos	0.08
Eléctricos	0.63
Papel encerado	0.04
Hueso	0.09
Papel revista	0.10
Total	100

El 31.14 % de la fracción inorgánica corresponde a materiales reciclables, mientras que el 92% de los residuos orgánicos son composteables. En la tabla 2 se muestra el intervalo de humedad y pH que presentan los residuos orgánicos

**Tabla 2. Características fisicoquímicas de la fracción orgánica composteable**

<b>Parámetro</b>	<b>Intervalo</b>
Contenido de humedad (%)	68 -96
pH	4.1 – 6.2

## CONCLUSIONES

No existe separación de los RSU en las cafeterías de la Facultad, por tanto es necesario establecer un manejo integral que incluya la educación ambiental y vislumbre el

aprovechamiento de los residuos producidos. La fracción orgánica tiene un alto potencial de aprovechamiento y podría valorizarse mediante su transformación en abono, empleando una biotecnología como el lombricompostaje. Esto permitirá disminuir la cantidad de material putrescible que llega a los vertederos y rellenos sanitarios. El análisis fisicoquímico muestra que el procesamiento de los residuos orgánicos deberá incluir una etapa de deshidratación parcial y estabilización de pH. Este trabajo constituye el primer informe de caracterización de RSU en la FES Acatlán.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Programa de Apoyo a la Investigación para el Desarrollo y la Innovación de la FES Acatlán UNAM, PAIDI-006/16, por el soporte económico otorgado

## REFERENCIAS

[1] Bernache P.G., Cuando la basura nos alcance: el impacto de la degradación ambiental, México, CIESAS. 2006.



## Caracterización de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la FES Acatlán, UNAM

Alejandra Guadalupe Villegas Pañeda, Norman Beltrán Mendoza, Hermenegildo Arcos Serrano, Omar Reyes Martínez, César González Guerrero, Leydi Rubi Pérez Vera

FES Acatlán, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan, Edo. Méx., México. FES Acatlán, Programa de Ingeniería Civil, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan, Edo. Méx., México

Correo: [alejandragvipa@gmail.com](mailto:alejandragvipa@gmail.com)



Lodos secundarios de la PTAR de FES ACATLÁN

### INTRODUCCIÓN:

La producción de lodos residuales en las plantas de tratamiento de aguas residuales representa un problema ambiental y económico debido a la necesidad de su adecuada disposición. En este trabajo se analizaron algunas características fisicoquímicas y microbiológicas de lodos secundarios de la PTAR de la FES Acatlán con la finalidad de proponer un método viable de aprovechamiento de los mismos. Según los resultados obtenidos, los lodos pueden ser empleados como abono orgánico mediante una biotecnología como lombricomostaje.

### ANTECEDENTES

La operación de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), industriales o municipales, implica la generación de lodos residuales que deben disponerse de forma ambientalmente adecuada, lo cual representa un problema económico debido a los costos asociados a la instalación de reactores para su estabilización o a su traslado a los sitios de disposición [1]. Una alternativa es el aprovechamiento agrícola de los lodos residuales debido a su alto contenido de materia orgánica y nutrientes [2]. Para definir la correcta disposición o potencial aprovechamiento de los lodos es necesario someterlos a un análisis para determinar sus características [3].

La FES Acatlán ubicada en Naucalpan, Estado de México, cuenta con una PTAR, con una capacidad de tratamiento de 7.5 L/s a tres bombas. El tratamiento general consiste en un tratamiento primario (cribado), tratamiento secundario (sistema biológico combinado anaerobio y aerobio) y tratamiento terciario (filtros y cloración). Los lodos residuales provienen de un reactor anaerobio tipo UASB y se someterán a prensado para su disposición final.

### OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de los lodos secundarios que produce la PTAR de la FES Acatlán y proponer una alternativa para su posterior utilización.

### METODOLOGÍA

La muestra de lodos se obtuvo del reactor anaerobio de la PTAR de la FES Acatlán a 5 m de profundidad, con ayuda de un nucleador. Se simuló un lodo prensado mediante

sedimentación y secado en estufa a 40°C, para obtener un lodo con contenido de humedad de entre 75-80%. La caracterización del lodo se realizó con base en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos incluidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002 y otras normas internacionales [4]. Los parámetros fisicoquímicos se determinaron conforme a las técnicas señaladas en la tabla 1. Los coliformes totales y *Escherichia coli* se cuantificaron mediante cuenta simple en un medio selectivo Neofilm® después de 24 h de incubación.

Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

**Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos evaluados**

Parámetro	Técnica
Contenido de agua	gravimetría
pH	potenciometría
Conductividad eléctrica (CE)	
Sólidos totales (ST)	gravimetría
Sólidos volátiles (SV)	
Materia orgánica (MO)	Pérdida por ignición
Fósforo soluble (P)	Espectrofotometría UV-VIS
Carbonatos	Cualitativa por reacción con HCl

### RESULTADOS PRINCIPALES

El lodo secundario crudo presentó un contenido de agua de 96%. En la siguiente tabla se muestran las características del lodo sedimentado y secado:

**Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos evaluados**

Parámetro	Media
Contenido de agua %	83
pH	8.25
Conductividad eléctrica (CE)	3.1
Sólidos totales (ST)	8
Sólidos volátiles (SV)	2.6
Materia orgánica (MO)	65
Fósforo soluble (P)	0.14
Carbonatos	ND
Coliformes totales (UFC/100 mL)(LC)	209 000
Escherichia coli (UFC/100mL)(LC)	634 000

LC: Lodo crudo. ND: No detectable

El lodo presenta un pH alcalino, aunque se encuentra dentro del intervalo propicio para el desarrollo microbiano. Será necesario un proceso de disminución de pH para evitar la volatilización de nitrógeno como amoníaco. El contenido de materia orgánica es superior al de los suelos con alto contenido de MO (>16%) [4], característica aprovechable para uso y remediación de suelos agrícolas. El contenido de fósforo puede aumentar con un proceso de biotransformación adecuado, como el compostaje. El método de estabilización de los lodos a elegir debe asegurar la reducción de la carga microbiana, una de las biotecnologías viables es el compostaje o lombricompostaje.

## CONCLUSIONES

El lodo residual de la PTAR de la FES Acatlán tiene un gran potencial para ser usado como abono orgánico debido a su composición fisicoquímica. Se sugiere el lombricompostaje como un método viable para la estabilización del residuo, pues es un proceso de bajo costo, comparado con otras técnicas de tratamiento como la digestión anaerobia y la incineración. Es adecuada para bajas producciones de lodos residuales y se ha demostrado la reducción de poblaciones microbianas patógenas

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Programa de Apoyo a la Investigación para el Desarrollo y la Innovación de la FES Acatlán, UNAM por el soporte económico otorgado.

## REFERENCIAS

- [1] Fair, G. M y J. C. Geyer. Purificación de aguas, Tratamiento y remoción de aguas residuales. Volumen II. México. 1994.
- [2] Rojas, M, N. Cabirol, C. L. Ortega, S. Castro, P. Lourdes y A. Loyola. Remoción de indicadores patógenos y parásitos (coliformes fecales y huevos de helmintos) en lodos municipales de tipo fisicoquímico por digestión anaerobia termofílica. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Brasil. 2000.
- [3] Gómez M. L., Merchan B. A.M., Caracterización fisicoquímica de lodos provenientes de una planta de tratamiento de agua residual industrial de una empresa de café del Departamento de Caldas. Tesis de grado Ingeniería Ambiental. Universidad Católica de Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2016.
- [4] Zagal E., Sadzawka R. A. Protocolo de métodos de análisis para suelos y lodos, Universidad de Concepción Facultad de Agronomía Chillán, Comisión de Normalización y Acreditación de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo por encargo del Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. 2007.



## Degradación de resorcinol mediante cloro activo electro-generado in situ en un reactor de flujo continuo

Mónica López, Alicia. Rodríguez, María Gabriela Vargas-Martínez, Martín. Cruz-Díaz, Pastor Rivero

Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, Av 1° de Mayo, Campo 1, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, MÉXICO.

Laboratorio de Desarrollo de Métodos Analíticos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, Av 1° de Mayo, Campo 1, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, MÉXICO



### INTRODUCCIÓN

Se presenta la degradación del resorcinol, un compuesto emergente considerado una sustancia química perturbadora endocrina. Los estudios de voltamperometría cíclica mostraron que el resorcinol no se polimeriza en la superficie del electrodo DSA de mezcla ternaria  $\text{Ti/RuO}_2\text{-ZrO}_2$  dopado con  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ . Las degradaciones en el reactor electroquímico, se llevaron a cabo a una densidad de corriente de  $10 \text{ mA cm}^{-2}$  a un flujo volumétrico de  $0.4 \text{ L min}^{-1}$  y a diferentes condiciones de pH: ácido ( $\text{pH}=2.5$ ), alcalino ( $\text{pH}=9$ ) y sin control de pH. Se mostró que para degradar 2 L de solución, 50 resorcinol ppm a un  $\text{pH}=2.5$  se necesita 75 mL de solución 0.1 M HCl, mientras que para degradar a condiciones alcalinas se necesitan 20 mL de solución 0.1 M NaOH para mantener el  $\text{pH}=9$ . Mientras que sin un control de pH se puede degradar la solución de resorcinol y sin la necesidad de agregar reactivos químicos.

### ANTECEDENTES

Uno de los tres isómeros del dihidroxibenceno es el resorcinol (1,3-dihidroxibenceno), el cual se considera una sustancia Química Perturbadora Endocrina (QPE), las sustancias QPE se asocian al aumento de cánceres, deformidades reproductivas y anomalías en el desarrollo, lo que ha llamado la atención de muchos grupos en EE. UU., Europa y Asia [1]. El resorcinol se utiliza para producir fármacos, tintes, plásticos y fibras sintéticas, además es uno de los intermediarios en la vía metabólica durante la biodegradación de numerosos compuestos aromáticos [2], en el 2001 se informó un consumo total de 44801 toneladas [3]. Considerado como un contaminante emergente y recalcitrante se encuentra en los efluentes generados durante la elaboración y uso de los productos mencionados. El resorcinol presente en soluciones muy diluidas y con suficiente oxígeno disuelto, se puede auto-oxidar en un tiempo de 67 días y 4 horas a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y un  $\text{pH}=9$  [4], sin embargo, es necesario oxidarlo y degradarlo bajo condiciones controladas.

Entre los métodos tradicionales de tratamiento, se encuentran: la sedimentación, coagulación y floculación, los cuales no destruyen la molécula de resorcinol, únicamente la separan generando lodos contaminantes que requieren otro tratamiento o bien su posterior almacenamiento. Existen bastantes estudios sobre la biodegradación del resorcinol, pero el tiempo de degradación va desde 4 hasta 245 días, en condiciones anaerobias con lodos activados aclimatados [3] y en muchos casos no se obtiene una degradación del 100 %.

Entre los Procesos de Oxidación Avanzada (POA) se encuentra la electro-oxidación indirecta, que consiste en generar un agente oxidante capaz de degradar la molécula contaminante a compuestos más amigables con el medio ambiente. Los Ánodos Dimensionalmente Estables (DSA), pueden generar in situ agentes oxidantes capaces de destruir moléculas recalcitrantes. El cloro activo se conforma de cloro ( $\text{Cl}_2$ ), ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ) e hipoclorito ( $\text{ClO}^-$ ), dependiendo del pH, será la especie que predomina en el medio, es decir a pH ácidos, prevalecerán el cloro y el ácido hipocloroso, mientras que a pH alcalinos o mayores a 7.5 prevalecerá el ion hipoclorito. Es importante estudiar las mejores condiciones (ácidas o alcalinas) para tener una mejor eficiencia durante la degradación en un reactor de flujo continuo.

### OBJETIVO

Estudiar la degradación del resorcinol mediante un proceso de oxidación avanzada con control de pH (alcalino y ácido) y sin control de pH en un reactor de flujo continuo utilizando un DSA  $\text{Ti/RuO}_2\text{-ZrO}_2$  dopado con  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ .

### METODOLOGÍA

Se prepararon soluciones modelo de 50 ppm resorcinol en 0.05 M NaCl. Se llevaron a cabo estudios a nivel de micro-electrólisis, se utilizó un DSA  $\text{Ti/RuO}_2\text{-ZrO}_2$  dopado con  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ , una barra de grafito y un electrodo de calomel ( $0.242 \text{ V vs. SHE}$ ) como ánodo, cátodo y electrodo de referencia, respectivamente. A nivel macro-electrólisis se utilizó

un reactor electroquímico de flujo continuo controlando el pH durante las degradaciones (condiciones ácidas, pH=2.5 y alcalinas, pH=9). Se manejaron dos densidades de corriente a diferentes flujos volumétricos.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Los espectros de absorción UV-Vis obtenidos durante la electrólisis en un reactor de flujo continuo, figura 1, muestran una disminución de la banda de absorción característica del resorcinol (entre 250 y 295 nm), conforme pasa el tiempo de electrólisis, esto es debido a que el agente oxidante formado a pH= 2.5 (HClO), rompe los enlaces que forman la molécula del resorcinol. Por otro lado, durante la degradación se forman otras bandas de absorción, en la zona ultravioleta entre 200 y 220 nm y 260 y 310 nm los cuales se atribuyen a intermediarios de degradación del resorcinol. Sin embargo, durante la degradación del resorcinol se gastó un volumen aproximado de 75 mL de solución 0.1 M HCl para controlar el pH a 2.5.

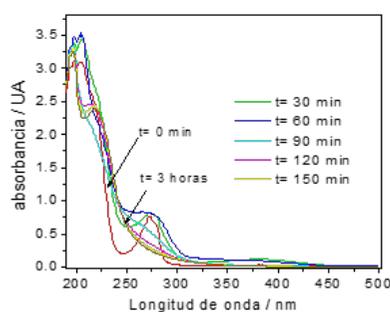


Figura 1. Espectros de absorción durante la degradación de una solución modelo de 50 ppm resorcinol en 0.05 M NaCl a un pH = 2.5, flujo volumétrico de 0.4 L min<sup>-1</sup>.

Los espectros de absorción durante la degradación a pH alcalino (8.5), se muestran en la figura 2, donde muestra que la banda característica del resorcinol (entre 250 y 295 nm) no disminuye, ya que se traslapa con una banda que se forma durante la electrólisis. La banda que aparece al final de las tres horas tiene un máximo en  $\lambda=292$  nm, la cual coincide con la banda de absorción del hipoclorito, la cual prevalece al término de las tres horas. Durante la degradación del resorcinol a pH alcalino se gastó un volumen aproximado de 20 mL de solución 0.1 M NaOH, lo cual es un inconveniente del proceso de degradación con control de pH por la cantidad significativa de reactivo consumido.

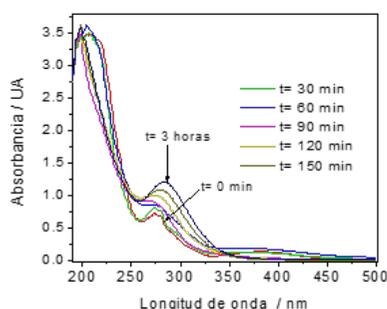


Figura 2. Espectros de absorción durante la degradación de una solución modelo de 50 ppm resorcinol en 0.05 M NaCl a un pH = 9.

### CONCLUSIONES

Los espectros de absorción durante la degradación del resorcinol en el reactor electroquímico de flujo continuo mostraron que a condiciones ácidas, se degrada en las tres horas de electrólisis, sin embargo consume grandes cantidades de HCl. A condiciones alcalinas, la degradación se lleva a cabo mediante el ion hipoclorito, el cual se forma durante la degradación. Las degradaciones de resorcinol sin control de pH, mostraron que se forman compuestos como el ion hipoclorito y que puede degradar el resorcinol sin la necesidad de agregar reactivos químicos.

### REFERENCIAS

- [1] S.K. Pardeshi, A.B. Patil, J Hazard Mater, 163, 403, (2009).
- [2] V. Sharma, V.C. Srivastava, J.P. Kushwaha, I.D. Mall, Int Biodeterior & Biodegrada, 64, 764, (2010).
- [3] J.C. Morales Mejis, tesis de doctorado, UNAM, Ciudad de México, (2014).
- [4] M. Moussavi, Water Res, 13, 1125, (1979).



## Síntesis de fotocatalizadores de $\text{TiO}_2$ sobre tierras diatomeas

L.Martínez, J. Morales.

Ingeniería Química, Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica-Tuxpan.

Ing. Guillermo Alvizouri 12, A I M P, 93396, Poza Rica, Veracruz.

Centro de Asimilación Tecnológica, UNAM-FESC. Av. Dr. Jorge Jiménez Cantú, INFONAVIT Norte, 54729, Cuatitlán Izcalli, Estado de México

Correo: [leonarda.fibonacci2401@gmail.com](mailto:leonarda.fibonacci2401@gmail.com)



Figura 1. Deposición de película de  $\text{TiO}_2$

### INTRODUCCIÓN:

En éste trabajo se presentan los avances de los análisis por Difracción de Rayos X, Espectrometría de Dispersión de Energía de Rayos X, Microscopía Electrónica de Barrido de Emisión de Campo y Actividad fotocatalítica, efectuados a fotocatalizadores de  $\text{TiO}_2$  elaborados con el método de Sol-Gel en dos diferentes rutas (I. Precursor/Etanol. II. Precursor/Extracto de Cymbopogon) modificando en cada una el número de capas soportadas (2, 4, 6, 8). Se busca obtener un fotocatalizador efectivo, de preparación simple, ecoamigable y que presente una buena sedimentación. Se han obtenido fotocatalizadores de fácil sedimentación y con el  $\text{TiO}_2$  en fases cristalinas anatasa y rutilo.

### ANTECEDENTES

El dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), es una molécula de gran interés tecnológico. Presenta tres fases cristalinas: Anatasa (estructura octaédrica), rutilo (estructura tetragonal) y brookita (estructura ortorrómbica). El  $\text{TiO}_2$  es, en su fase anatasa y rutilo, un semiconductor sensible a la luz que absorbe radiación electromagnética cerca de la región UV, es anfótero, muy estable químicamente y de baja toxicidad por lo que se utiliza en reacciones fotocatalíticas y fotoelectroquímicas y usado en aplicaciones en la purificación del medio ambiente, principalmente del agua [1].

El  $\text{TiO}_2$  puede estar soportado en algún material que le otorgue resistencia y que le permita ser manejado con facilidad. La diatomita es una roca silícica sedimentaria originaria de esqueletos fosilizados de diatomeas (algas marinas) cuyas propiedades son ideales para actuar como soporte. Dichas características incluyen que es químicamente inerte, tiene un elevado grado de porosidad y gran poder absorbente así como de su gran resistencia térmica.

Para obtener un fotocatalizador de éstas características se optó por el método conocido como sol-gel debido a que presenta ciertas ventajas sobre otros métodos, como la alta pureza química, menor tiempo de reacción, un área específica alta, un mayor control microestructural de las partículas metálicas y una mayor estabilidad térmica de los metales soportados.

El proceso sol-gel es básicamente la disolución de un alcóxido metálico en un disolvente orgánico, el cual es hidrolizado total o parcialmente. Posteriormente se lleva a cabo la etapa de polimerización donde se forman las unio-

nes O-Ti-O y la subsecuente pérdida de agua, luego se forma el gel con estructuras tridimensionales a través del líquido. Se continúa con una etapa de secado ( $<100^\circ\text{C}$ ), removiendo así el alcohol y el agua del sistema, y finalmente se hace una deshidratación (entre  $300-800^\circ\text{C}$ ) para eliminar los compuestos orgánicos residuales. El tamaño de la partícula y sus características dependen mucho de las condiciones de síntesis del gel [2].

Los nuevos disolventes (limpios o verdes) pretenden solucionar problemas de contaminación por dispersión al medioambiente que suelen ocasionar los disolventes orgánicos convencionales. Por ello una de las dos rutas utilizadas en la elaboración de los fotocatalizadores consiste en sustituir disolventes como acetil acetona por el extracto etílico de Cymbopogon.

### OBJETIVO

Obtener foto-catalizadores de  $\text{TiO}_2$  eficientes, con buenas propiedades de sedimentación y de fases cristalinas anatasa/rutilo en una proporción alta, analizando el efecto de dos precursores sin acetil acetona.

### METODOLOGÍA

#### Etapa 1 Limpieza de diatomeas

Se hace pasar una solución de  $\text{HNO}_3$  (1:10) a través de las diatomeas mediante filtrado por gravedad y un posterior secado en estufa ( $100^\circ\text{C}$ , 1h) para eliminar el exceso de solución.

#### Etapa 2 Preparación de precursores

i. Precursor  $\text{SiO}_2$ . Se mezclan TEOS,  $\text{HNO}_3$  y etanol en relación molar (1:0.5:50), por 1h en agitación constante, temperatura ambiente, en vaso de precipitados sellado con parafilm para evitar evaporación de los disolventes.

ii. Precursor  $\text{TiO}_2$ . Se mezclan isopropóxido de titanio e isopropanol en una relación molar (1:26.5), 1h en agitación, temperatura ambiente en recipiente sellado para evitar precipitación de  $\text{TiO}_2$  por reacción del precursor con el oxígeno atmosférico. Para uno de los precursores, se sustituyó el etanol por extracto de Cymbopogon (5g previamente lavada, secada, triturada y en reposo en 50 mL de etanol durante 72h).

### Etapa 3 Recubrimientos

Se realizó el recubrimiento de las diatomeas con una película de  $\text{SiO}_2$  mediante la inmersión de las diatomeas en la solución precursora (i) en un vaso de precipitados sellado con parafilm en agitación constante por 1h a temperatura ambiente; filtración por gravedad y posterior secado en desecador (3h). Finalmente se sinterizó en mufla ( $400^\circ\text{C}$ , 1h), se enfrió ( $<250^\circ\text{C}$ ) se retiró y se colocó en desecador hasta alcanzar temperatura ambiente.

A continuación se realizó el recubrimiento de las diatomeas con 2, 4 y 6 capas de  $\text{TiO}_2$  para cada ruta, a través de la inmersión del soporte en su precursor, de la misma forma que se realizó para el  $\text{SiO}_2$  (salvo la temperatura de sinterizado, que fue  $575^\circ\text{C}$ ). Se observa una coloración diferente en la ruta del Extracto antes de sinterizar. (Figura 1).



Figura 1. A la izquierda diatomita ruta 1 y a la derecha ruta 2 con coloración verde.

Actualmente Se están caracterizando los fotocatalizadores mediante los análisis de DRX, FESEM, área superficial y actividad fotocatalítica.

### RESULTADOS PRINCIPALES

Se obtuvieron recubrimientos homogéneos de  $\text{TiO}_2$  (Figura 2).



Figura 2. Diatomita sinterizada con una capa de  $\text{TiO}_2$  para la ruta 1 (izquierda) y para la ruta 2 (derecha).

### CONCLUSIONES

Se obtuvo satisfactoriamente fotocatalizadores de  $\text{TiO}_2$  con coloración blanca, polvo fino y, como se reporta en literatura, se espera fase anatasa.

### AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), Tratamiento fotocatalítico solar de agua con contaminantes no biodegradables tipo ECP encontrados en México con clave: IA106216. Agradezco a la DGA-PA-UNAM la beca recibida.

Se agradece también al Dr. Julio César Morales Mejía (Co-asesor), a la Dra. Ana Leticia Fernández del laboratorio de Difracción de rayos X (FESC).

### REFERENCIAS

- [1] Ochoa Y., Ortegón M., Vargas M., Rodríguez J.E. "Síntesis de  $\text{TiO}_2$ , Fase Anatasa, por el método Pechini" (2009) Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales. pp. 931-937
- [2] Rosales, J. A. (2010) "Materiales para fotocatalisis y electrofotocatalisis" (Tesis de Pregrado) Universidad Veracruzana. Veracruz, México



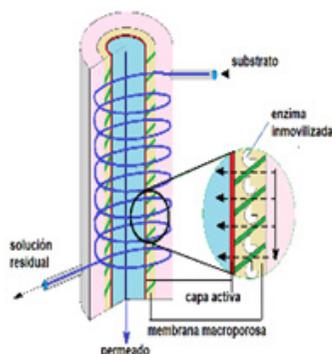
## Reacción y separación sustrato-producto en un biorreactor de enzima inmovilizada

L.Guillen, M.F. Resendiz, E. Sanchez

Departamento de Ingeniería y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Estudios Superiores- Cuautitlán, MZ D, LT 5 EDIF C 103 U.H. Niños Héroes, Cuautitlán Izcalli, Edo De México Calle Puebla s/n Tlatenco Teoloyucan, Edo. De México

Correo: [leslie.gm.15@gmail.com](mailto:leslie.gm.15@gmail.com) , [fernyrb17@gmail.com](mailto:fernyrb17@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN



Se presenta la modelación matemática y simulación computacional de un biorreactor de membrana de enzima inmovilizada, en el cual se realizan dos operaciones unitarias, la reacción enzimática y la separación de productos. Se utilizó un algoritmo propio basado en autómatas celulares en redes de Boltzmann para resolver la ecuación de Navier-Stokes y calcular el perfil de velocidades del fluido reaccionante, atravesando el lecho de enzima inmovilizada. Posteriormente se formuló una ecuación de reacción-difusión-convección, tomando en cuenta cinética de Michaelis-Menten para la reacción enzimática, resolviéndola numéricamente mediante el uso de otro autómata en redes de Boltzmann para calcular el perfil de concentraciones de sustrato y producto dentro del reactor. Nuestra principal aportación es el cálculo del perfil de velocidad y concentraciones bajo configuraciones de flujo complejas, utilizando un método numérico explícito, fácil de programar pero con la exactitud de métodos implícitos como el de elementos finitos utilizado en los paquetes comerciales.

### ANTECEDENTES

El uso de reactores enzimáticos de membrana es un ejemplo de intensificación de procesos en la ingeniería de alimentos. En ellos se lleva a cabo simultáneamente la biocatálisis y la separación por membrana, convirtiéndose en una alternativa viable con respecto a los biorreactores convencionales de lecho fijo y lecho fluidizado.

La característica básica de los reactores de membrana es la separación de la enzima, los productos y los sustratos mediante una membrana semipermeable que crea una barrera físico-química selectiva. La enzima es retenida dentro de la membrana, permitiendo que se lleve a cabo una operación continua con el sustrato como corriente de alimentación y la mezcla de productos como corriente de salida.

La hidrodinámica del reactor es gobernada por la ecuación de Navier Stokes, cuya solución representa un reto para la modelación matemática, sobre todo en geometrías complejas como es el caso del flujo a través del lecho de enzima inmovilizada.

La mayoría de los paquetes de software comercial para ingeniería, como Comsol, Ansys, etc., utilizan el método de elementos finitos para resolver problemas hidrodinámicos. Dicho método es de naturaleza implícita requiriendo de la resolución de sistemas de ecuaciones simultáneas no lineales, ocupando largos tiempos de cómputo y gran capacidad de memoria.

En este trabajo se formulan algoritmos propios basados en el método de autómatas celulares en redes de Boltzmann, que toma en cuenta colisiones elásticas entre pseudopartículas, durante las cuales se cumplen los principios de conservación de masa, momentum y energía. Este método es de naturaleza explícita, fácil de programar y con la exactitud de los métodos implícitos.

Se formuló un primer autómata para resolver la hidrodinámica del sistema. Una vez calculado el perfil de velocidades, se resolvió la ecuación de reacción difusión convección mediante un segundo autómata celular en redes de Boltzmann.

### OBJETIVO

Llevar a cabo la modelación matemática de la hidrodinámica, catálisis enzimática y separación de productos, resultantes de una reacción tipo Michaelis-Menten dentro de un biorreactor de membrana de enzima inmovilizada, y formular un algoritmo de cómputo propio basado en el método de retículas de Boltzmann.

## METODOLOGÍA

### Modelo matemático para el biorreactor de membrana

El perfil de velocidades se calcula resolviendo la ecuación de Navier-Stokes.

$$\rho \left[ \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right] = -\nabla \cdot \boldsymbol{\tau} - \nabla P + \rho \mathbf{g}$$

Mientras que la dinámica de la reacción enzimática se describe mediante un par de ecuaciones de reacción-difusión-convección, para sustrato y producto:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla S = D \nabla^2 S - \frac{v_{max} E S}{K_M + S}$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla P = D \nabla^2 P + \frac{v_{max} E S}{K_M + S}$$

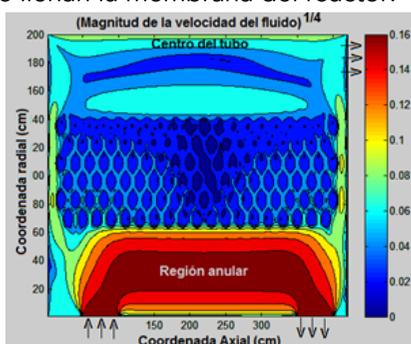
### Algoritmo computacional para el biorreactor de membrana:

Los pasos básicos de nuestro algoritmo de redes de Boltzmann son:

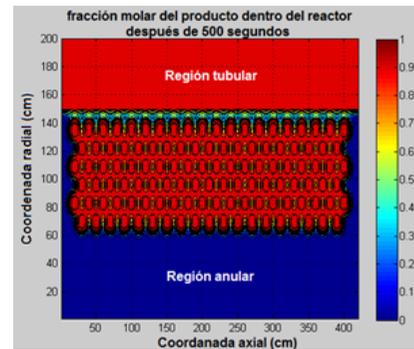
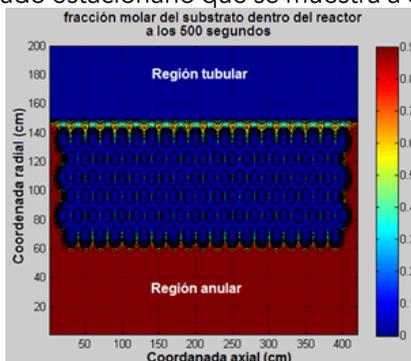
- Discretización del dominio de solución.
- Especificación de una distribución inicial de partículas con sus correspondientes velocidades.
- Fluidización del autómatas.
- Colisión entre las pseudopartículas.
- El resultado de las colisiones es una nueva distribución que tiende al equilibrio, simulando correctamente los fenómenos de transporte.
- Se consideró una cinética enzimática tipo Michaelis Menten

## RESULTADOS PRINCIPALES

Nuestro algoritmo permite calcular el campo de velocidades dentro del reactor. Para mejor visualización se graficó la raíz cuarta de la magnitud de la velocidad, que se muestra en la siguiente figura. Puede observarse el paso del fluido reaccionante entre las esferas de enzima inmovilizada que llenan la membrana del reactor:



También se calculó la evolución espacio-temporal de las concentraciones de sustrato y producto, hasta la condición de estado estacionario que se muestra a continuación:



## CONCLUSIONES

Se modeló y simuló la dinámica de un biorreactor de enzima inmovilizada mediante un método moderno de ingeniería mesoscópica.

Se resolvieron las ecuaciones de Navier-Stokes y reacción-difusión convección para un sistema de geometría compleja, formulando algoritmos computacionales propios.

Es relativamente fácil cambiar la cinética de reacción incorporando inhibiciones por parte del sustrato o del producto en el algoritmo de cómputo.

## REFERENCIAS

- [1] Mokomele, Thapelo; Callanan Linda H.; Clarke, Kim G.(2012) Ethanolproduction from xilose and glucose by zymmomonas mobilis for the development of a membrane bioreactor. P H D. Thesis. University of Stellenbosch
- [2] Mohamad A. (2011). Lattice Boltzmann Method. Springer.



## Desarrollo de un método para la determinación de residuos de analgésicos en agua

César González-Guerrero, Jorge A. Meneses-Díaz, Leonardo Álvarez-León, Omar Reyes-Martínez, Alejandra Guadalupe Villegas-Pañeda y Leydi-Rubi Pérez-Vera

Departamento de Tecnología Ambiental, F.E.S.A., U.N.A.M., Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n. Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México. CP 53150. Tel 5623-1750.

Correo: [cesargonzalezguerrero@hotmail.com](mailto:cesargonzalezguerrero@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN:

En los últimos años, la problemática de los contaminantes emergentes (CE) ha cobrado gran importancia alrededor del mundo debido a que se han encontrado residuos de medicamentos, excipientes, plaguicidas, aditivos de productos de limpieza y cuidado personal en cuerpos de agua en concentraciones considerables que podrían perjudicar al medio ambiente y la salud de algunos seres vivos. Actualmente, en México no se cuenta con una legislación que regule a este tipo de contaminantes e indique los niveles máximos permitidos que pueden existir en cuerpos o redes de agua potable. Es por eso que surge la necesidad de realizar investigaciones al respecto con el objetivo de poder monitorearlos, identificándolos y cuantificándolos para así saber las concentraciones que pueden tener relación con problemas en el medio ambiente o en la salud. El desarrollo de metodologías que nos permitan lo anterior, resultan ser herramientas poderosas para llevar a cabo los objetivos planteados. En este sentido, en el Laboratorio de Tecnología Ambiental se ha desarrollado un método por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) que nos permite identificar, cuantificar y monitorear a seis CE de naturaleza medicamentosa en agua y de esta forma proponer alternativas para su control.

### ANTECEDENTES

En las últimas décadas, con el auge de las industrias farmacéutica y de higiene y cuidado personal, se ha registrado un alza inmensa en el uso de medicamentos sin prescripción médica, de la misma manera, se ha detectado también la presencia de nuevos contaminantes denominados emergentes (CE) en el agua, ya sean residuos de los productos de desecho o sus metabolitos. Naidu (2016). Los residuos de medicamentos están considerados dentro de este grupo de contaminantes de nueva aparición.

Algunos reportes han dado indicios de que dichos contaminantes comienzan a tener efectos en el ecosistema y las pequeñas especies que en ellos habitan, lo que promueve la inquietud de saber que es lo que pasa cuando el ser humano tiene contacto con tales cócteles de residuos medicamentosos en las fuentes de agua de uso común. Gil (2012). Al respecto no se tienen investigaciones que indiquen con certidumbre el impacto que pueden tener dichos CE en la salud pública, sin embargo, es un tema que debe ser abordado dado su potencial dañino.

Actualmente, las principales técnicas de análisis de este tipo de compuestos recaen en las tecnologías acopladas a detectores de masas. Sin embargo, existe tecnología anterior con gran potencial para el monitoreo de este tipo de contaminantes.

Por tal motivo, consideramos de vital importancia la investigación y desarrollo de metodologías a cerca de este problema que cada vez es más preocupante. En este sentido, el desarrollo de metodologías para el monitoreo y cuantificación de CE con la tecnología disponible nos puede ser de gran utilidad para el diseño de estrategias

que procuren el control en la calidad de agua y la remediación de estas aguas contaminadas para evitar lo más posible la exposición con los seres vivos.

### MATERIALES Y EQUIPO

Los medicamentos utilizados en este trabajo fueron Paracetamol, Ácido acetilsalicílico, Carbamazepina, Metformina, Ketoprofeno y Naproxeno, todos ellos de marca comercial extraídos de su forma farmacéutica. Se utilizó Metanol grado cromatográfico y Agua Milli-Q tipo I para la fase móvil, ajustada a pH 3 con Ácido Fosfórico.

El equipo utilizado fue un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC) por sus siglas en inglés, modelo Series 200 de Perkin Elmer con detector Uv-Vis, con columna Spheri-5 RP-18 5µm, 250 x 4.6 mm (Perkin Elmer) del laboratorio de Efluentes Gaseosos del Departamento de tecnología Ambiental.

### METODOLOGÍA

Inicialmente se analizaron los compuestos de interés de manera independiente en el HPLC para obtener cromatogramas precisos de sus tiempos de retención (TR). Una vez que se identificaron todos los analitos, se procedió a realizar una mezcla que se analizó de la misma manera que el análisis independiente. Una vez que se obtuvieron los cromatogramas, (Fig 1) se procedió a la identificación de sus tiempos de retención comparándolos con los de los analitos independientes. Los TR de los analitos inyec-

tados independientemente coincidieron por completo con los tiempos observados en la mezcla final. Las principales referencias para el desarrollo de este método que se tomaron de Gros (2006) y Jelic (2009). Sin embargo, el procedimiento debió adaptarse a un detector UV-Vis, que es la capacidad instalada del laboratorio.

Posteriormente se comenzaron los ensayos de validación estableciendo un intervalo de trabajo de acuerdo a la sensibilidad del equipo.

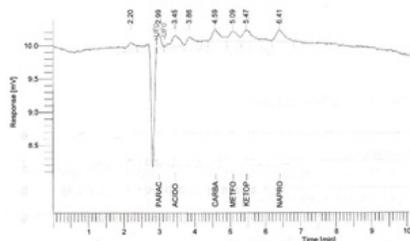


Figura 1. Cromatograma correspondiente a los Analitos de interés.

Tabla 1. CE analizados

N.	CE-Analito	Categoría
1	Paracetamol	Analgésico
2	Ácido Acetilsalicílico	Analgésico
3	Carbamazepina	Ansiolítico
4	Metformina	Hipoglucémico
5	Ketoprofeno	Analgésico
6	Naproxeno	Antiinflamatorio

## CONCLUSIONES

Al concluir el presente trabajo, se logró establecer las condiciones para el desarrollo de un método para el monitoreo de CE en agua por cromatografía de líquidos y detector de Uv-Vis.

Dicho método es susceptible a optimización y a tener un alcance mayor, dado que se conocen algunas otros medicamentos que pueden incluirse en esta mezcla de análisis.

## REFERENCIAS

[1] Naidu Ravi, (2016). Emerging contaminants in the environment: Risk-based analysis for better management. *Chemosphaera*. 154, 350-357.

[2] Gil Miriam J. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*, Vol.7, No.2, 52-73.

[3] Gros M., Petrovic M., Barceló D; Talanta (2006). Development of a multi-residue analytical methodology based on liquid chromatography-tandem mass spectrometry for screening and trace level determination of pharmaceuticals in surface and wastewaters

[4] Jelić A, Petrović M, Barceló D; Talanta (2009). Multi-residue method for trace level determination of pharmaceuticals in solid samples using pressurized liquid extraction followed by liquid chromatography/quadrupole-linear ion trap mass spectrometry.



## Modelo en retículas de Boltzmann para la administración iontoforética de fármacos

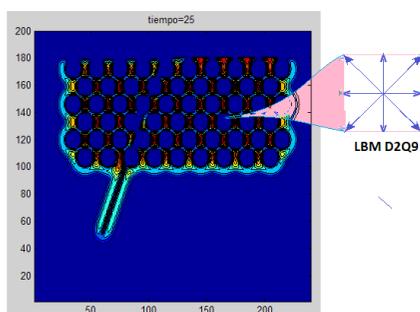
N. López Gaspar, Félix. T. Quiñones Rubio

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Química. Departamento de Ingeniería y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Estudios Superiores- Cuautitlán, MZ D, LT 5 EDIF C 103 U.H. Niños Héroes, Cuautitlán Izcalli, Edo De México Calle Puebla s/n Tlatenco Teoloyucan, Edo. De México

Correo: nancy.lg.82@gmail.com ,fenaquiu@gmail.com<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN:

Se presenta la modelación matemática y simulación computacional de un proceso de administración iontoforética de fármacos, utilizando autómatas celulares en redes de Boltzmann. El modelo formulado permite describir la transferencia de masa por difusión molecular y migración iónica a través de la piel, bajo la influencia de un campo eléctrico externo. Se formula un primer autómata celular para describir matemáticamente la distribución del campo eléctrico en la piel del paciente, resolviendo la ecuación de Laplace; luego, mediante un segundo autómata, se resuelve la ecuación de Nernst-Planck que permite obtener la evolución de los perfiles de concentración del medicamento conforme atraviesa los diferentes estratos de piel, pasando a través de los corneocitos y el tejido graso para llegar a los capilares sanguíneos donde se absorbe para ser incorporado a la circulación sistémica. El algoritmo computacional permite diseñar regímenes de dosificación.



### ANTECEDENTES

La iontoforesis es uno de los métodos de administración de medicamentos más eficientes. Varios fármacos se administran por esta vía, principalmente anestésicos locales. El procedimiento consiste en colocar un par de electrodos en contacto con la piel y aplicar una diferencia de potencial eléctrica. Debajo de uno de los electrodos se libera el medicamento, el cual fluye a través de las diferentes capas de la piel hasta que en su trayectoria se encuentra con algún capilar sanguíneo, absorbiéndose en él e incorporándose a la circulación sistémica. El campo eléctrico coadyuva al transporte de masa incorporando el mecanismo de migración iónica.

El modelo matemático que gobierna el proceso de administración del fármaco es la ecuación de Nernst-Planck, una ecuación diferencial parcial de difusión-convección con migración iónica. La trayectoria que recorre la droga a lo largo de las diferentes capas de piel es completamente irregular, por lo que la resolución de la ecuación diferencial mencionada, representa un verdadero reto para la ingeniería biomédica. En este trabajo se realiza la modelación matemática y simulación computacional del proceso iontoforético, tomando en cuenta la estructura de las capas de piel. Se hace uso de un autómata celular en redes de Boltzmann que corresponde a la mejor alternativa, debido a que es relativamente fácil de programar, ejecuta rápido, posee gran exactitud y es adecuado para configuraciones geométricas complejas.

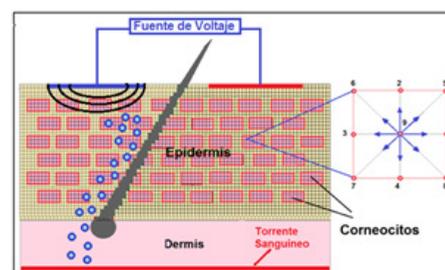


Figura 1. Proceso iontoforético y red de Boltzmann D2Q9 utilizado para la simulación

### OBJETIVO

Formular un modelo matemático y un algoritmo computacional basado en autómatas celulares en redes de Boltzmann, para describir los fenómenos simultáneos de transferencia de masa por difusión molecular y migración iónica, resolviendo la ecuación de Nernst-Planck bajo configuraciones geométricas complejas, y aplicándolo al transporte iontoforético de fármacos.

### METODOLOGÍA

Se consideran modelos bidimensionales D2Q9 de redes de Boltzmann (Figura 1), tanto para el cálculo del campo eléctrico como para la transferencia de masa.

Se discretiza el dominio de solución con un mallado rectangular y estenciles unitarios D2Q9.

Con un primer autómatas celular se resuelve la ecuación de Laplace para obtener la distribución del potencial eléctrico en el interior de la piel,  $\nabla\varphi=0$ .

Se formula un segundo autómatas para resolver la ecuación de Nernst-Planck tomando en cuenta la estructura de la piel.

Se formula un segundo autómatas para resolver la ecuación de Nernst-Planck tomando en cuenta la estructura de la piel.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + v \cdot \nabla C = D \nabla^2 C + \frac{zFD}{RT} \nabla \cdot C \nabla \varphi$$

## RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados se muestran en seguida

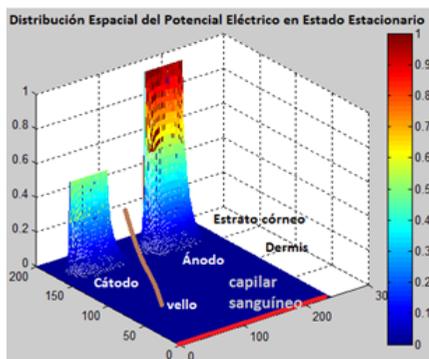


Figura 2. Distribución de potencial eléctrico en estado estacionario.  $E=-\nabla\varphi$

La figura 3 muestra cuatro etapas durante la administración del fármaco. Hasta los primeros 50 minutos se aplica la iontoforesis y luego se deja la piel sin medicamento. Puede observarse que después de crecer la concentración del medicamento en el interior de la piel, empiezan a vaciarse los estratos cutáneos.

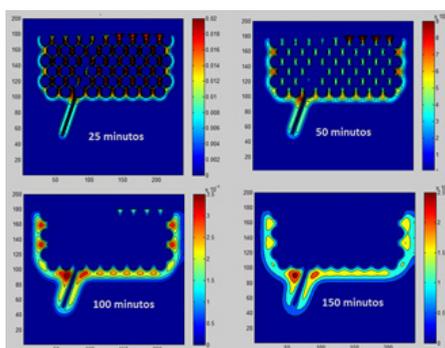


Figura 3. Evolución de la concentración del fármaco en el interior de la piel.

## CONCLUSIONES

La principal aportación de este trabajo fue la utilización de un método novedoso de la emergente ciencia e ingeniería mesoscópica, para la simulación computacional de un método de administración de medicamentos. Este método es de naturaleza explícita, por lo cual no se requiere de la solución de sistemas de ecuaciones simul-

táneas no lineales como los métodos tradicionales de diferencias finitas y de elementos finitos. Es fácil de programar pero conserva la exactitud de los métodos numéricos implícitos tradicionales. Es muy probable que pronto alguna compañía de software comercialice esta técnica numérica; por lo pronto quien desee utilizarlo debe formular sus propios algoritmos computacionales. En este trabajo se cumplió el objetivo de formular un algoritmo propio para la descripción matemática de la iontoforesis con un fármaco difundiendo a través de trayectorias complejas con el apoyo de un campo eléctrico externo

## REFERENCIAS

- [1] Datta, A; Rakesh, V. (2011). An Introduction to Modeling of Transport Processes. Applications to Biomedical Systems.
- [2] Mohamad A. (2011). Lattice Boltzmann Method. Springer.

## CONCLUSIONES

La formulación de un algoritmo de cómputo basado en el método de retículas de Boltzmann, ha sido la aportación más importante de este trabajo, ya que permite incorporar métodos de la ciencia e ingeniería mesoscópica a aplicaciones prácticas de la electroquímica. La ventaja de este método sobre las diferencias finitas explícitas es que aunque se trata de una técnica de formulación local, toma en cuenta interacciones físicas globales. Con respecto a las diferencias finitas implícitas, la ventaja de la red de Boltzmann es que no se requiere de la solución de sistemas de ecuaciones simultáneas no lineales.

## REFERENCIAS

- [1] Naidu Ravi, (2016). Emerging contaminants in the environment: Risk-based analysis for better management. Chemosphere. 154, 350-357.
- [2] Gil Miriam J. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. Producción + Limpia, Vol.7, No.2, 52-73.
- [3] Gros M., Petrovic M., Barceló D; Talanta (2006). Development of a multi-residue analytical methodology based on liquid chromatography-tandem mass spectrometry for screening and trace level determination of pharmaceuticals in surface and wastewaters
- [4] Jelić A, Petrović M, Barceló D; Talanta (2009). Multi-residue method for trace level determination of pharmaceuticals in solid samples using pressurized liquid extraction followed by liquid chromatography/quadrupole-linear ion trap mass spectrometry.

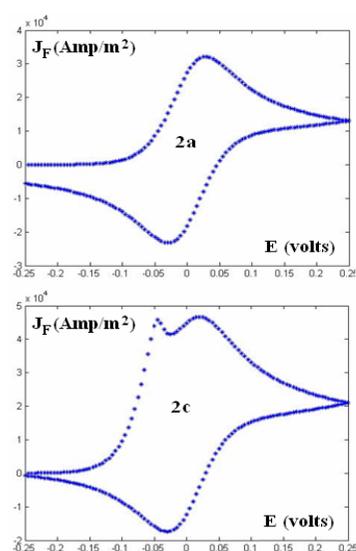


## Modelo de retículas de Boltzmann para la voltamperometría cíclica de barrido cuadrático

Luis Erasmo Aguilera Martínez, Diana Patricia Ríos Cuevas, Erika Torres Ramírez

Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campus 1, Av. 1° de Mayo S/N, Santa María las Torres, CP. 54740 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

Correo: luis\_agui20@hotmail.com<sup>1</sup>, liebeth\_kaulitz@hotmail.com, erika.suju41@gmail.com



### INTRODUCCIÓN

Se presenta un modelo matemático y el correspondiente algoritmo de cómputo para la simulación de voltamperometrías cíclicas de barrido no lineal, para reacciones electroquímicas asistidas enzimáticamente. Se considera la reacción electroquímica reversible que ocurre en una solución buffer de fosfatos que contiene glucosa, ferroceno y derivados de glucosa. Los fenómenos de difusión y de semirreacción electroquímica acoplada con dos reacciones enzimáticas en medio homogéneo, se modelan mediante autómatas celulares en redes de Boltzmann, formulándose un modelo unidimensional que permite obtener las curvas voltamperométricas para un barrido cuadrático de potencial. Nuestro algoritmo computacional puede ser adaptado a cualquier tipo de voltamperometría cíclica y virtualmente a todo sistema electroquímico; es más exacto y fácil de programar que los tradicionales métodos de diferencias finitas, incluyendo el de salto de rana y el de espacios preconditionados de Krylov, que son los que normalmente se utilizan en los paquetes de software comercial.

### ANTECEDENTES

Los métodos voltamperométricos son muy útiles para dilucidar mecanismos de reacción, evaluar coeficientes de difusión y determinar coeficientes cinéticos. La voltamperometría cíclica típica es la de barrido lineal, pero también se hace uso de voltamperometría de pulsos y de escalón.

En 1998, Yokoyama and Kayanuma [1] reportaron un método de diferencias finitas explícitas para modelar la voltamperometría cíclica de barrido lineal de reacciones electroquímicas reversibles acopladas con reacciones enzimáticas en medio homogéneo. Consideraron el siguiente esquema:



Con la reacción (1) teniendo lugar en la superficie del electrodo y la reacción (2) llevándose a cabo en solución vía cinética de Michaelis-Menten.

Despreciando difusión enzimática y tomando en cuenta la hipótesis de estado estacionario para las especies intermedias, la aplicación de la ley de acción de masas conduce al siguiente modelo cinético:

$$r = \frac{k_{cat} C_E}{\frac{k_{MS}}{C_S} + \frac{k_{MM}}{C_O} + 1}$$

Las ecuaciones de reacción-difusión para R y S son:

$$\frac{\partial C_R}{\partial t} = D_R \frac{\partial^2 C_R}{\partial x^2} + \frac{2k_{cat} C_E}{k_{MS}/C_S + k_{MM}/C_O + 1}$$

$$\frac{\partial C_S}{\partial t} = D_S \frac{\partial^2 C_S}{\partial x^2} - \frac{k_{cat} C_E}{k_{MS}/C_S + k_{MM}/C_O + 1}$$

La respuesta electroquímica del sistema es la oxidación de la forma reducida de la glucosa oxidasa en la superficie del electrodo.

$$C_R = \frac{C_R^{sol}}{\left[ 1 + \exp\left\{ \frac{nF}{RT} (E - E^0) \right\} \right]}$$

Que sirve como condición de frontera para el par de ecuaciones diferenciales anteriores. En este trabajo se propone resolver este sistema de ecuaciones mediante un autómata celular en redes de Boltzmann.

## OBJETIVO

Formular un algoritmo de cómputo basado en autómatas celulares en redes de Boltzmann para los fenómenos de difusión con reacción química que ocurren durante la voltamperometría cíclica de reacciones electroquímicas asistidas por catálisis enzimática.

## METODOLOGÍA

Se considera un modelo unidimensional D1Q3 de redes de Boltzmann.

Se discretiza el dominio de solución.

Se simula un barrido cuadrático de potencial

Se fluidiza el autómata.

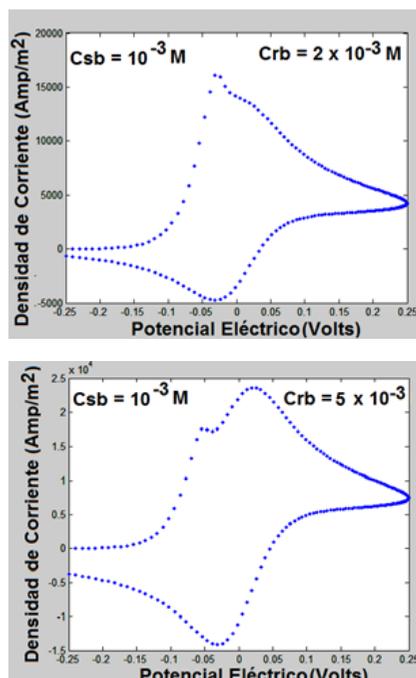
Se simula la colisión entre las pseudopartículas.

El resultado de las colisiones es una nueva distribución que tiende al equilibrio, simulando correctamente los fenómenos de transporte.

Se introducen las condiciones de frontera

## RESULTADOS PRINCIPALES

Considerando un barrido cuadrático de potencial, se obtienen, por ejemplo, los siguientes voltamperogramas:



El algoritmo de cómputo formulado para este trabajo, puede ser adaptado fácilmente para la simulación de voltamperometrías cíclicas en las que se emplee cualquier tipo de barrido de potencial, ya sea el clásico barrido lineal, el de pulso, o el cuadrático propuesto aquí. Además, se puede considerar cualquier tipo de semirreacción electroquímica asistida enzimáticamente

La exactitud y precisión de dicho algoritmo fue probada comparando los resultados con los obtenidos por Yoko-

yama y Kayanuma, quienes emplearon un método de diferencias finitas. Sin embargo, el método de redes de Boltzmann es más exacto en la predicción de la evolución de la capa límite de difusión alrededor del electrodo.

## CONCLUSIONES

La formulación de un algoritmo de cómputo basado en el método de retículas de Boltzmann, ha sido la aportación más importante de este trabajo, ya que permite incorporar métodos de la ciencia e ingeniería mesoscópica a aplicaciones prácticas de la electroquímica.

La ventaja de este método sobre las diferencias finitas explícitas es que aunque se trata de una técnica de formulación local, toma en cuenta interacciones físicas globales. Con respecto a las diferencias finitas implícitas, la ventaja de la red de Boltzmann es que no se requiere de la solución de sistemas de ecuaciones simultáneas no lineales

## REFERENCIAS

- [1] K. Yokohama, Y. Kayanuma. (1998). Cyclic voltammetric simulation for electrochemically mediated enzyme reaction and determination of enzyme kinetic constants. *Anal Chem.* 70, 3368-3376,
- [2] Mohamad A. (2011). *Lattice Boltzmann Method*. Springer.



## Estudio de la calidad de agua de lluvia en la FES Acatlán, UNAM y su uso potencial

Alejandra Guadalupe Villegas-Pañeda, Leydi Rubi Pérez-Vera,  
Mario Camacho-Cardona y Pablo Pavía-Ortiz

FES Acatlán, UIM, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, 53150, Naucalpan, Edo. Méx., México, FES Acatlán, Div. de Diseño y Edificación, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, 53150, México. FES Acatlán, Programa de Ingeniería Civil, UNAM, Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan, Edo. Méx., Méx

Correo: rubiley@yahoo.com.mx

### INTRODUCCIÓN:



Agua de lluvia

El aprovechamiento eficiente del agua de lluvia en las zonas urbanas es una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua. En el presente trabajo se realizó un estudio de calidad del agua de lluvia captada en la FES Acatlán. Los resultados obtenidos demostraron una composición fisicoquímica adecuada del agua de lluvia al estar dentro de los intervalos requeridos para el agua potable, excepto en pH, ya que algunas muestras presentaron ligera acidez. No se detectó *Escherichia coli*, pero sí la presencia de coliformes. Estas últimas características pueden ser eliminadas mediante un proceso simple de tratamiento y potabilización, para definir un uso potable del agua pluvial captada.

### ANTECEDENTES

El aprovechamiento eficiente del agua de lluvia en las zonas urbanas es una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua. El municipio de Naucalpan, Estado de México, se encuentra en una crisis hídrica debido a la sobreexplotación del agua subterránea, la contaminación de cuerpos de agua, el riesgo de inundaciones, el impacto de la creciente urbanización, la baja calidad del agua, el uso ineficiente de agua, un índice bajo de tratamiento de aguas residuales y la recuperación limitada de costos. La precipitación máxima promedio anual es 807 mm [1]. La FES Acatlán es una entidad académica ubicada en el municipio de Naucalpan. Con una extensión de 30 hectáreas en las cuales se erigen 32 edificios. La Institución cuenta con una población aproximada de 23 mil personas cuyo consumo estimado debe ser de 25 L/ usuario/ turno. Esto significa un gran consumo [2]. Para amortizar esta necesidad y buscar soluciones "sostenibles", es necesario, entre otras acciones, el aprovechamiento de las precipitaciones pluviales, para lo cual es necesario conocer las características del agua de lluvia.

### OBJETIVO

Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de lluvia recolectada en la azotea de un edificio de la FES Acatlán y proponer su potencial aprovechamiento

### METODOLOGÍA

Se colectó un total de 38 muestras de agua, abarcando la época de secas y de lluvias. Las muestras se recogieron en la azotea del edificio A de la UIM, al contacto con una superficie de acero inoxidable. Se tomó una muestra simple por cada evento pluvial. Se realizó la caracterización con base en algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos destacados de la NOM-127-SSA1-1994 conforme a los métodos de prueba que se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros analizados en agua de lluvia

Parámetro	Método
<b>Fisicoquímicos</b>	
pH	NMX-AA-008-SCFI-2011
Conductividad Eléctrica (CE)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos totales (SDT)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales (ST)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitratos	NMX-AA-082-1986
Sulfatos	Método Interno (espectrofotometría)
Alcalinidad total	NMX-AA-036-SCFI-2001
<b>Microbiológico</b>	
<i>Escherichia coli</i>	Neofilm® Cuenta simple
Coliformes totales	simple

## RESULTADOS PRINCIPALES

Del total de eventos monitoreados, el 28% resultaron lluvias ácidas ( $\text{pH} < 5.6$ ). Los resultados de SDT, ST, ión sulfato e ión nitrato se encuentran dentro de los intervalos adecuados para agua potable (NOM-127-SSA1-1994). Mientras que la conductividad eléctrica de las muestras, aunque no es un parámetro que se incluya en dicha norma, se halla en el intervalo recomendado para agua de lluvia de la Comunidad Económica Europea. En cuanto a la alcalinidad total, como era de esperarse, las muestras de lluvias con menor pH, que incluyen las lluvias ácidas, son las que presentan baja alcalinidad.

**Tabla 2. Medias y máximos registrados de agua de lluvia**

Parámetro	Límite permisible	Media	Máx
pH	6.5-8.5	6.6	8.2
CE (mS/cm)	No aplicable	57.6	279.5
ST (mg/L)	No aplicable	101.6	602
SDT (mg/L)	0-1000	61.8	400
Alcalinidad total mg CaCO <sub>3</sub> /L	No aplicable	5.6	19
Ión sulfato (mg/L)	0-400	10.1	55.9
Ión nitrato (mg/L)	0-10.0 mg/L	1.78	7.95
Coliformes totales UFC/100mL	0-2	211	1300
<i>E. coli</i> UFC/100mL	0	0	0

En cuanto a sus características microbiológicas el 53% de las muestras analizadas presentaron Coliformes Totales, mientras que en ninguna muestra se detectó *Escherichia coli*. El valor máximo registrado de Coliformes Totales es de 1300 UFC/ 100 mL, y aunque no se detectó contaminación fecal, es importante prevenir su presencia mediante un sistema de tratamiento adecuado, según convenga. Se calculó la media para cada parámetro analizado durante el periodo de estudio y se muestran los valores máximos obtenidos en la tabla 2.

## CONCLUSIONES

El agua de lluvia captada en el edificio A de la UIM en la FES Acatlán presenta características fisicoquímicas adecuadas para su uso potable, se recomienda un tren de tratamiento básico para la eliminación de microorganismos, que incluya algún método físico como radiación ultravioleta o filtración, o un método químico, como cloración o adición de iones metálicos para la eliminación de microorganismos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Programa de Apoyo a la Investigación para el Desarrollo y la Innovación de la FES Acatlán, UNAM por el soporte económico otorgado PAIDI-005/15.

## REFERENCIAS

- [1] Normales Climatológicas. Servicio Meteorológico Nacional. Consultado 14 de mayo de 2017 ([www.smn.conagua.gob.mx](http://www.smn.conagua.gob.mx))
- [2] Norma técnica complementaria del proyecto Arquitectónico. Secretaría de Obras y Servicios de la Administración Pública del Distrito Federal, 2011.



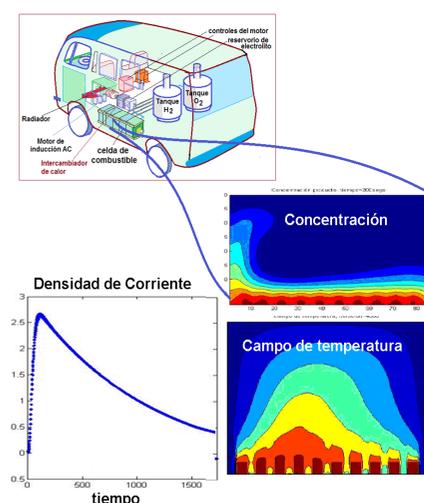
## Dinámica de una celda de combustible de metanol

Lucero Yunnuen Licona Zamorano, Mónica Magaly Velázquez Navarro, Gilberto Atilano Amaya Ventura  
Departamento de Ingeniería y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Estudios Superiores- Cuautitlán, MZ D, LT 5 EDIF C 103 U.H. Niños Héroes, Cuautitlán Izcalli,  
Edo De México Calle Puebla s/n Tlatenco Teoloyucan, Edo. De México

Correo: yunnuen13@gmail.com

### INTRODUCCIÓN:

Se presenta la simulación computacional de la termohidrodinámica de una celda de combustible de metanol, calculándose los perfiles de velocidad, temperatura y concentración bajo condiciones de operación que dan lugar a la aparición de rollos convectivos de Bénard-Poiseuille. Se utiliza un modelo bidimensional D2Q9 para la formulación de un algoritmo computacional basado en autómatas celulares de redes de Boltzmann. Además se calcula la corriente producida por esta fuente de energía alterna. La parte termohidrodinámica de este sistema representa un problema desafiante para la modelación matemática y simulación computacional. El método más adecuado para resolverlo es el de redes de Boltzmann, originalmente formulado para problemas de hidrodinámica compleja.



### ANTECEDENTES

En 2007, Katayama and Kogoshi [1] presentaron un póster oral en el International Congress of Electrical Engineering, donde reportaron sus simulaciones para el compartimiento anódico de una celda de combustible de oxidación directa de metanol mediante retículas de Boltzmann. Ellos evaluaron los perfiles de velocidad y concentración para un proceso de flujo continuo, considerando la difusión dentro de los poros del catalizador y la subsecuente reacción electroquímica, pero bajo condiciones de operación isotérmicas. En este trabajo se presenta un modelo en redes de Boltzmann no isotérmico para el mismo sistema, pero considerando el calor generado por la reacción altamente exotérmica que provoca la aparición de rollos convectivos de Bénard-Poiseuille. Se formula un algoritmo computacional propio basado en un modelo D2Q9, bidimensional con nueve direcciones de movimiento del autómata.

### OBJETIVO

Utilizar el método de retículas de Boltzmann de la teoría cinética de la mecánica estadística para formular modelos matemáticos y algoritmos computacionales que permitan calcular los perfiles de velocidad, concentración y temperatura dentro de una celda de combustible de metanol, tanto de flujo continuo como en proceso por lotes; además de determinar la corriente eléctrica producida por dicho dispositivo.

### METODOLOGÍA

Consiste en la modelación matemática de los fenómenos de transporte y la semireacción electroquímica que tiene lugar en el interior de la celda de combustible.

Las ecuaciones diferenciales acopladas no lineales que gobiernan el comportamiento de sistemas de Bénard-Poiseuille son las siguientes:

La ecuación de continuidad:

$$\partial_t \rho + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

La ecuación de Navier-Stokes considerando fuerzas boyantes ( $\mathbf{G}$ ):

$$\rho [\partial_t \mathbf{u} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u}] = - \nabla p - \nabla \cdot \mathbf{P} + \mathbf{G}$$

El balance infinitesimal de transferencia de calor basado en la ley de Fourier, con términos adicionales para el transporte convectivo y la variación temperatura asociada al acomodamiento de las masas de fluido:

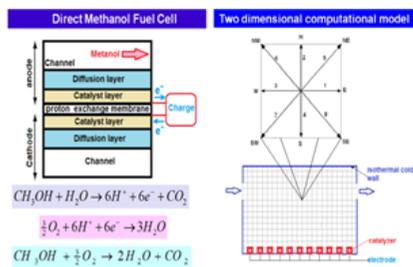
$$\partial_t (\rho C_p T) = \nabla \cdot (k \nabla T) - \nabla \cdot (\rho \mathbf{u} T)$$

La ecuación de reacción-difusión-convección:

$$\partial_t C = \nabla \cdot (D \nabla C) - \mathbf{u} \cdot \nabla C + R$$

Las fuerzas boyantes,  $\mathbf{B}$ , se evalúan mediante la aproximación de Boussinesq.

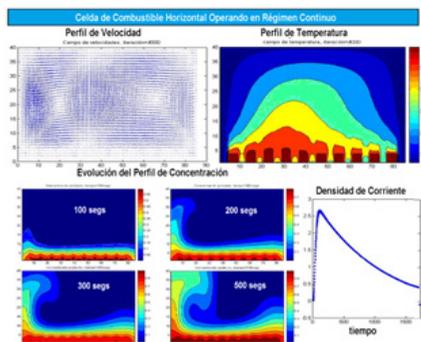
Estas ecuaciones se formulan en un modelo de redes de Boltzmann D2Q9 para calcular la evolución espacio-temporal de los perfiles de velocidad, temperatura y concentración dentro de la celda, como se muestra en la siguiente figura, donde se incluyen las reacciones electroquímicas que ocurren en el ánodo:



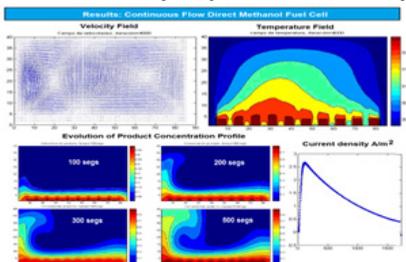
Las condiciones de frontera son: (1) flux molar constante en los sitios de entrada y salida del fluido; (2) paredes isotérmicas, con temperatura alta en la parte inferior y temperatura baja en las otras paredes, suponiendo que la celda es cubierta por un enchaquetado de agua de enfriamiento

### RESULTADOS PRINCIPALES

Al ejecutar nuestro algoritmo de cómputo, para una celda de combustible horizontal, se obtuvieron los siguientes campos de temperatura y velocidad que se consideraron en estado estacionario, y la evolución del perfil de concentración del metanol:



Para operación batch, se obtuvieron los siguientes resultados, obviamente no hay flujos de entradas y salidas:



### CONCLUSIONES

Es importante entender la física subyacente en fenómenos como este y ser capaz de formular los correspondientes modelos matemáticos y algoritmos computacionales.

La red de Boltzmann fue el mejor modelo que encontramos para resolver las ecuaciones diferenciales acopladas no lineales que toman en cuenta los efectos termohidrodinámicos.

Este método permite resolver de manera más adecuada la no linealidad de las ecuaciones diferenciales gobernantes, que si se hubiese utilizado un método tradicional como el de elementos finitos.

Por ser un método explícito, es fácil de programar, ex-

hibiendo la misma exactitud que los métodos implícitos; además son flexibles para el cambio de geometría y condiciones de frontera.

Su formulación es local pero toma en cuenta interacciones globales de pseudopartículas que colisionan entre ellas y con las fronteras del sistema.

### REFERENCIAS

- [1] Amine Moussaoui, Mohammed; Jami, Mohammed; Merzhab, Ahmed; Naji, Hassan. (2009). Lattice Boltzmann Simulation of Convective Heat Transfer from Heated Blocks in a Horizontal Channel. Numerical Heat Transfer Part A, 56: 422-443.
- [2] S. P. Dawson, S, Chen, G. D. Doolen. (1993). Lattice Boltzmann computations for reaction-diffusion equations. J. Chem. Phys. 98: 1514-1523.
- [3] Amaya Ventura, G.A. Rodríguez Romo, S. (2011). Numerical Analysis and Applied Mathematics ICNAAM. AIP Conference Proceedings, Volume 1389: 1798-1801



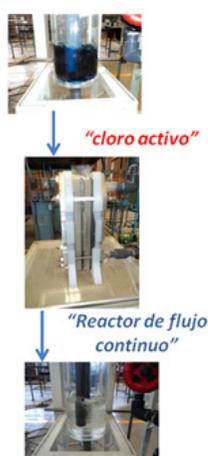
## Electro-oxidación de índigo carmín y negro reactivo 5 en un reactor de flujo continuo

F.A. Rodríguez Pérez, E.P. Rivero Martínez, I. González Martínez

Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, Av 1° de Mayo, Campo 1, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C.P. 54740, MÉXICO.

Departamento de Química, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, San Rafael Atlixco186, C.P. 09340, Ciudad de México, MÉXICO.

Correo: \*ica1\_alicia@hotmail.com



### INTRODUCCIÓN:

Los colorantes son una parte fundamental para dar color a diferentes materiales en diversas industrias. Una de las industrias, como la textil, desecha grandes cantidades de efluentes con colorantes ocasionando grandes problemas de contaminación en cuerpos de agua. En el siguiente trabajo se presenta el estudio de electro-oxidación avanzada de soluciones modelo con colorantes, que asemejan las aguas residuales de la industria textil con altos contenidos de NaCl. Los resultados de espectroscopia de ultravioleta visible de las degradaciones de los colorantes: índigo carmín (IC) y negro reactivo 5 (NR5) en el reactor electroquímico de flujo continuo, mostraron que el mecanismo es el mismo y que se lleva a cabo de manera indirecta. El cloro activo formado in situ con un nuevo electrodo Ti/RuO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> dopado con SbO<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es el encargado del rompimiento del doble enlace -C=C- en el colorante IC y los enlaces azo (-N=N-) para el caso del NR5.

### ANTECEDENTES

La electro-oxidación avanzada es un método alternativo para el tratamiento de efluentes provenientes de la industria textil. Éstas aguas residuales contienen altas concentraciones de cloruros y compuestos recalcitrantes, como los colorantes. Una ventaja de este método alternativo es que se utilizan las sales disueltas en los efluentes como electrolito soporte para la electro-generación in situ de cloro activo, que es un agente oxidante capaz de degradar contaminantes recalcitrantes (colorantes textiles), a compuestos inocuos sin formar compuestos órgano-clorados [1]. El cloruro de sodio se encuentra en grandes cantidades, ya que se utiliza como mordente durante el teñido de las telas [1]. Los ánodos dimensionalmente estables (DSA) han mostrado su efectividad en la generación de cloro activo para la degradación de compuestos recalcitrantes, como los colorantes.

Un colorante indigoide muy utilizado en la industria textil es el índigo carmín, el cual se utiliza para teñir la tela tipo denim (comúnmente conocida como mezclilla) [1]. Otro colorante muy utilizado en la industria textil, es el negro reactivo 5, el cual está clasificado como un colorante tipo azo, ya que posee dos grupos azo (-N=N-) en su estructura química [2]. En la literatura se presentan muchos trabajos de degradaciones de soluciones con colorantes en un medio de sulfatos por métodos biológicos, con irradiación UV, ozonización. Por lo tanto, es necesario llevar

a cabo estudios de degradaciones mediante la oxidación avanzada en un medio de cloruros. La mayoría de los estudios sobre degradación electroquímica de compuestos recalcitrantes, se han llevado a cabo en celdas de laboratorio en las cuales las condiciones de trabajo no pueden escalarse a prototipos o reactores industriales. Los reactores tipo filtro prensa, son una clase de reactores que permiten mantener un control de la hidrodinámica del electrolito y el transporte de especies electro-activas desde o hacia los electrodos, haciéndolos prácticos, debido a que pueden ser escalados a diferentes tamaños.

### OBJETIVO

Llevar a cabo experimentos de degradación de los colorantes índigo carmín y el negro reactivo 5 utilizando un nuevo electrodo DSA Ti/RuO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> dopado con Sb<sup>2</sup>O<sub>5</sub> en un reactor electroquímico de flujo continuo, en el cual se puede estudiar el efecto de la velocidad de flujo en una geometría bien definida

### METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo las electrólisis de las soluciones, a) para la formación de cloro activo 1.5 L a 0.05 M NaCl a un flujo volumétrico de 0.8 L min<sup>-1</sup>, b) para la solución modelo 1.5

L a 0.05 M NaCl con 0.5 mM de colorante a dos flujos volumétricos de 0.8 y 1.6 L min<sup>-1</sup>. La densidad de corriente impuesta fue de 10 y 20 mA cm<sup>-2</sup> para cada sistema. Se controló la temperatura a 25 ± 1°C con un serpentín de vidrio conectado a un baño de temperatura. Se utilizó un ánodo DSA Ti/RuO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> dopado con Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, como cátodo un electrodo de acero inoxidable, con un área expuesta de 30 cm<sup>2</sup> cada uno. Se impuso la intensidad de corriente con una fuente de poder BK Precision 1672. Se obtuvieron los espectros de absorción durante la degradación de los colorantes con un espectrofotómetro de ultravioleta visible Genesys 10S UV-Vis, se determinó la DQO mediante el método colorimétrico a reflujado cerrado y la concentración de cloruros mediante el método argentométrico de Mhor

## RESULTADOS PRINCIPALES

Los espectros de absorción durante la degradación de IC en un reactor de flujo continuo se presentan en la figura 1, donde se muestran tres principales bandas de absorción con máximos en 252, 287 (región ultravioleta) y 611 nm (zona visible). A una longitud de onda de 611 nm, la absorción disminuye más rápido que en la región aromática ( $\lambda=252, 287$  nm), lo cual es debido a que el doble enlace  $-C=C-$  que une los anillos de benceno de la molécula es la parte más vulnerable a romperse que la región aromática [1]. Resultados similares se obtuvieron con una molécula más compleja, en este caso para el NR5, figura 2 [2].

Figura 1. Espectros de absorción durante la degradación de IC en un reactor de flujo continuo[1].

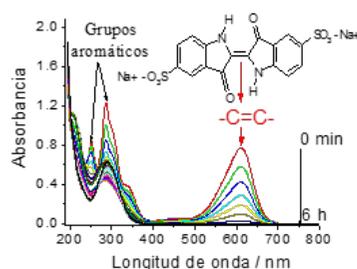
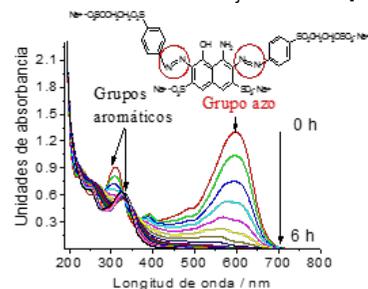


Figura 2. Espectros de absorción durante la degradación de NR5 en reactor de flujo continuo [1]



Los resultados de color, concentración de cloruros y DQO durante la degradación de los colorantes, muestran que al incrementar la densidad de corriente a 20 mA cm<sup>-2</sup>, la velocidad de decaimiento es más rápido, sin embargo el consumo de energía se incrementa, como por ejemplo para el IC se alcanzó un consumo de energía de hasta 128.5 kWh (kg de DQO removido)<sup>-1</sup>.

La variación de la velocidad de flujo no muestra un claro efecto en la velocidad de decaimiento de color, concentración de cloruros y DQO. El mecanismo de degradación no es simple, ya que en la oxidación de cloruros se produce en la superficie del electrodo, donde la velocidad de reacción es básicamente controlada por transferencia de masa y al mismo tiempo se lleva a cabo la oxidación del agua, la cual no se encuentra controlada por transferencia de masa, la combinación de estas reacciones en presencia de los colorantes hacen que la degradación involucre diferentes procesos [1].

## CONCLUSIONES

La degradación electroquímica de las soluciones modelo de los efluentes textiles en un reactor de flujo continuo, se llevan a cabo en dos partes: la oxidación de los iones cloruro para formar cloro activo y la degradación de los colorantes. El cloro activo formado in situ en la superficie de un electrodo DSA Ti/RuO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> dopado con Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> puede romper enlaces azo en la molécula de NR5 y enlaces  $-C=C-$  para el caso del IC.

## REFERENCIAS

- [1] F.A. Rodríguez, E.P. Rivero, I. González, Int J Chem React Eng, DOI 10.1515/ijcre-2016-0095, 2016.
- [2] X. Wang, X. Cheng, D. Sun, Appl Microbiol Biot, 80, 5, p. 907–915, (2008)



AÑO 1, No. 1, ENERO-DICIEMBRE 2017