



XVI Foro de Ciencias Químicas y Bioquímicas

Libro de Resúmenes

13 y 14 de junio 2024

**Posgrado Institucional en Ciencias
Químicas y Bioquímicas (PICQB)**

<https://www.picqb.uady.mx/>
Contacto: picqb@correo.uady.mx

Mérida, Yucatán



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO
POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

XVI FORO EN CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

13 Y 14 DE JUNIO DE 2024

LIBRO DE RESÚMENES

COMITÉ ORGANIZADOR

COORDINADOR

Dr. Gonzalo Joaquín Mena Rejón

MIEMBROS DEL COMITÉ ACADÉMICO DEL PICQB

Dr. Julio César Sacramento Rivero	Dr. Víctor Ermilo Arana Argáez
Dr. Alejandro Ávila Ortega	Dr. Julio César Lara Riegos
Dr. David Betancur Ancona	Dr. Miguel Arcadio Rosado Mendoza
Dr. Sergio Baz Rodríguez	Dr. Rolando David Cáceres Castillo
Dr. Alejandro Zepeda Pedreguera	Dra. Zhelmy del Rocío Martín Quintal

DISPONIBLE EN:

www.picqb.uady.mx/foro.php



Facultad de Ingeniería Química

Coordinación del Posgrado Institucional
en Ciencias Químicas y Bioquímicas
picqb@correo.uady.mx www.picqb.uady.mx

Facultad de Química



ÍNDICE

Caracterización química de materiales ceremoniales mayas.	1
Desarrollo de un método de RMN para la cuantificación de ochraceólida A.	3
Evaluación del efecto antiartrítico del extracto metanólico de hojas de <i>Phytolacca icosandra</i> en un modelo murino de Artritis Reumatoide inducido por colágeno.	5
Estudio fitoquímico de las hojas de <i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	7
Estudio fitoquímico de hojas de <i>Elaeodendron trichotomum</i> .	8
Evaluación de la actividad antiparasitaria e inmunomoduladora de la mezcla de Benznidazol con Óxido de β -Cariofileno en un modelo murino de infección de <i>Trypanosoma cruzi</i> en fase crónica.	10
Determinación computacional de la ruta biogenética de las cheiloclinas A-I a través de métodos multiescala.	12
Estudio de la hidrólisis del anillo lactónico de la ocraceólida A obtenida del extracto de <i>Elaeodendron trichotomum</i> .	14
Evaluación del acoplamiento molecular de híbridos tiazólicos con potencial antiproliferativo.	16
Síntesis de nuevas entidades químicas con potencial antidiabético: estudio farmacológico <i>in silico</i> , <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> .	18
Calidad de proteína de crías de abeja melífera (<i>Apis mellifera</i> L.) producidas en el estado de Yucatán.	20
Evaluación del efecto glucemiante de dos extractos de cáscaras y semillas de <i>Annona muricata</i> L.	22
Estudio del efecto antioxidante y antiinflamatorio de alimentos de sistemas tradicionales de cultivo en Yucatán en la reducción de marcadores de estrés oxidativo y neuroinflamación.	24
Potencial antidiabético de extractos de distintos productos derivados de variedades de maíz (<i>Zea mays</i> L).	26

Evaluación <i>in vitro</i> de la actividad antitrombótica de péptidos de chíá generados por fermentación microbiana.	28
Estudio de la capacidad de reprogramación de células de la cavidad oral mediante el silenciamiento génico de SUV39H1 y DNMT1 a través de ARN de interferencia.	30
Evaluación de la participación de las dioxigenasas de ADN TEN-ELEVEN TRANSLOCATION durante la inducción adipogénica de células troncales de la pulpa dental.	32
Análisis de la acetilación de H3K9 en células troncales del ligamento periodontal durante la adipogénesis.	34
Estudio de la inducción de la reprogramación celular mediante la sobreexpresión de reguladores epigenéticos en células troncales de la pulpa dental.	36
Impacto de Inhibidores de ácidos grasos de cadena corta en la adipogénesis de células troncales mesenquimales de ligamento periodontal.	38
Sorción de Ivermectina en fase textil de polipropileno recubierto por sol-gel a partir de poldimetilsiloxano-cianopropiltriétoxosilano.	40
Evaluación de microesferas de alginato compuestas de nanotubos de titanio como material adsorbente.	42
Incorporación de MOF en membranas electrohiladas de pan para la remoción de tintes en medios acuosos.	44
Elaboración de un sustrato polimérico a base de PET reciclado modificado con nanopartículas de óxido de zinc con potencial aplicación hidrofílica	45
Aplicación de MOFS como adsorbentes para la remoción de contaminantes emergentes de soluciones acuosas	47
Estudio de la viabilidad de un biocomposito de bis[2-1H-benzimidazol-2-il]fenil]disulfuro y alginato para la adsorción de Pb(II), Cd(II) y Zn(II) de soluciones acuosas en un sistema continuo.	49

Caracterización química de materiales ceremoniales mayas

Canul-Macias, C. Y., Muñoz-Rodríguez, D. y Hernández-Bolio, G.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, México.

a16123019@alumnos.uady.mx, ceciyunuen@hotmail.com, No. Becario:1242405

Palabras clave: maya, PCA, RMN, GC-MS, arqueometría

Introducción: Un aspecto de la arqueometría consiste en las mediciones efectuadas por instrumentación analítica sobre materiales antiguos para resolver problemas arqueológicos¹. El objetivo de este trabajo es caracterizar materiales ceremoniales de los mayas contemporáneos de Poptún, Guatemala para conocer los componentes orgánicos que contienen y para utilizarlos como materiales de referencia que permitan vincularlos con materiales descubiertos en contextos arqueológicos mayas.

Metodología: Se caracterizaron el palito, pom ensarte, guacalito, copal bola, copal blanco, resina de pino, estoraque, mirra, cuilco y romero. Se prepararon extractos de los materiales ceremoniales y se analizaron por GC-MS y NMR. Se calculó el índice de retención de cada pico a partir de su tiempo de retención en el cromatograma, y la asignación de grupos funcionales en los espectros NMR mediante el desplazamiento químico de las señales. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con los perfiles obtenidos por GC-MS y NMR. Se identificaron 41 compuestos de los 10 materiales ceremoniales mayas por GC-MS en su mayoría terpenos.

Resultados y discusiones: Los PCA obtenidos mostraron la influencia de compuestos que diferenciaban a los materiales ceremoniales de acuerdo con su composición, como benzoato de bencilo y trans cinamato para la mirra, α y β amirina para la resina de pino, y 24-norursa-3,12-dien-11-ona para copal blanco, así como la similitud de alguno de ellos, como el longifoleno en 6 materiales lo que sugiere la distinción o similitud en la preparación de los materiales ceremoniales mayas².

Conclusiones: La aplicación de PCA permitieron detectar 3 posibles grupos de muestras, donde 5 materiales ceremoniales conforman un clúster, indicando así sus similitudes en perfil químico, discriminados de la mirra, romero, copal blanco y resina de pino, con un perfil diferente. Se atribuyó las propiedades aromáticas usadas en las ceremonias mayas de Guatemala de cada material ceremonial, tales como el aroma cítrico, alcanfor, almendra, y pino.

Referencias:



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

-
- (1) Figueroa, G. G. Arqueometría: Contribuciones Teórico- Metodológicas y Casos Aplicados Archaeometry: Theoretical-Methodological Contributions and Applied Cases. *An. Arqueol. y Etnol.* **2019**, 74, 101–106.
- (2) Menchú, J. D.; David, J.; Menchú, J. D. Los Materiales Ceremoniales Que Se Usan En Los Ritos de La Espiritualidad Maya de Guatemala. **2013**, 2012, 487–500.



Desarrollo de un método de RMN para la cuantificación de ochraceólida A

Autores: **Arias López Nataly**, Ceballos Cruz Jimmy, Mena Rejón Gonzalo.

Dirección: Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química UADY.

Correo electrónico: a13000512@alumnos.uady.mx / arias.nataly@outlook.com CVU: 1319262

Palabras clave: Ochraceólida A, qRMN, *E. trichotomum*, EAU.

Introducción: *Eleaodendron trichotomum* contiene ochraceólida A, un compuesto con potencial farmacológico contra el cáncer.^{1,2} La extracción asistida por ultrasonido (EAU) es un método eficaz para obtener este compuesto, ofreciendo un buen rendimiento y escalabilidad.³ Aunque no existe un método establecido para cuantificar ochraceólida A, la Resonancia Magnética Nuclear de Protón (RMN-¹H) emerge como una técnica prometedora que es capaz de medir compuestos en matrices complejas.⁴

Metodología: La corteza de *Eleaodendron trichotomum* se sometió a EAU con diclorometano como disolvente. Para encontrar los mejores parámetros para la extracción se utilizó un modelo de superficie de respuesta Box-Behken, se evaluaron tres factores: proporción vegetal-disolvente, tiempo de extracción y amplitud de la sonda, realizando el procedimiento por triplicado. Los extractos obtenidos se filtraron, secaron a presión reducida y se pesaron. Posteriormente, se establecieron los parámetros para el experimento de RMN-¹H para la cuantificación de ochraceólida A como: pulso, número de escaneos, ventana espectral, señal/ruido y tiempo de adquisición). Posteriormente, se cuantificará la cantidad de ochraceólida A en los extractos y se validará el método. Finalmente, se aplicará el método validado para cuantificar ochraceólida A en diferentes épocas del año, específicamente durante la temporada de lluvias y la temporada seca, para determinar la época de mayor producción del compuesto.

Resultados: Los extractos obtenidos pesaron en promedio 188.32 ± 8.04 miligramos. Los parámetros optimizados para RMN-¹H produjeron espectros con señales definidas y una buena relación señal-ruido. Se espera que la cuantificación demuestre que una mayor proporción material vegetal-disolvente, mayor tiempo de extracción y mayor amplitud de la sonda resulten en una mayor cantidad de ochraceólida A extraída. Además, se anticipa que el método será validado con éxito, estableciendo un procedimiento preciso y confiable para cuantificar ochraceólida A en *E. trichotomum* sin necesidad de purificar el compuesto, reduciendo tiempo y costo del proceso.

Referencias

1. Herrera, Á. D.; Mena, G. J.; Hernández, S.; Quijano, L.; Mirón, G. Crystal structure of ochraceolide A isolated from *Elaeodendron trichotomum* (Turcz.) Lundell. *Acta. Cryst.* [En línea] 2017, 73, 1475- 1478.
2. Herrera, A. D.; Us, J., Hernández, S.; Mirón, G.; Quijano, L.; Villanueva, J. R.; Mena, G. J. Synthesis structure analysis and activity against breast and cervix cancer cells of a triterpenoid thiazole derived from ochraceolide A. *J. Mol. Struct.* [En línea] 2020, 1204, 1-21



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

3. Shikha, K.; Aznar, R.; O'Donnell, C.; Tiwari, B. Ultrasound technology for the extraction of biologically active molecules from plant, animal and marine sources. *TrAC*. [En línea] 2020, 122, 1- 10.
4. Çiçek, S. Ugolini, T.; Girreser, U. Two-dimensional qNMR of anthraquinones in *Frangula alnus* (*Rhamnus frangula*) using surrogate standards and delay time adaption. *Anal. Chim. Acta*. [En línea] 2019, 1081, 131-137.



Evaluación del efecto antiartrítico del extracto metanólico de hojas de *Phytolacca icosandra* en un modelo murino de Artritis Reumatoide inducido por colágeno

Pintor Romero Valeria Guadalupe, Arana Argáez Víctor Ermilo, Villa de la Torre Fabiola Elizabeth
Laboratorio de Farmacología, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

Correo institucional: A23220551@alumnos.uady.mx

Correo personal: valeria21pintor@gmail.com

No. de becario CONAHCYT: 1325118

Palabras clave: Artritis Reumatoide; *Phytolacca icosandra*; antiinflamatorio.

Introducción: La Artritis Reumatoide (AR) es una enfermedad que genera daño permanente y progresivo en articulaciones por destrucción del cartílago, erosiones óseas y pérdida de la movilidad². El tratamiento suele consistir en fármacos para controlar los síntomas, sin embargo, debido a su consumo prolongado, se han reportado efectos secundarios^{3,4}. *Phytolacca icosandra* es utilizada en la medicina tradicional maya como antidermatítico, antiparasitario, analgésico y antiartrítico⁵.

Metodología: En este proyecto, los extractos se administran a concentraciones de 50, 100 y 300 mg/kg durante 15 días vía intragástrica en ratones BALB/c con AR inducida por colágeno de tipo II⁶ y se determinan niveles de daño articular durante 12 semanas. Se tomarán 3 muestras sanguíneas para determinar la producción de citocinas mediante ELISA tipo sándwich. Se realizará el sacrificio de los ratones y extracción de la pata para determinar estudios histológicos (hematoxilina-eosina). Mediante esta técnica, se analizarán hígado, riñón y estómago de ratas Wistar, tras la administración vía intragástrica a concentraciones de 50 y 300 mg/kg para conocer la toxicidad del extracto, así como se registran cambios (piel, pelaje, membranas mucosas, sistema respiratorio, nervioso y patrones de comportamiento)⁷ y se realiza biometría hemática. Asimismo, se realiza pruebas de hemólisis y MTT en PBMCs y macrófagos de ratón.

Resultados y discusión: Se ha observado el desarrollo de la AR en los ratones control y tratados a concentraciones de 100 y 300 mg/kg sin embargo, se encuentran en la semana 3 y 6, respectivamente, por lo que no es posible determinar el efecto del extracto. Por otra parte, en las ratas tratadas a concentraciones de 50 mg/kg no se mostraron efectos toxicológicos, ni lesiones en los órganos.

Conclusiones: Hasta el momento se ha logrado el establecimiento del modelo de AR en los grupos experimentales y controles, así como la evaluación toxicológica del extracto sin generar efectos significativos a dosis de 50 mg/kg.

Referencias:

(1) Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores. *Artritis Reumatoide*. <https://www.gob.mx/inapam/articulos/artritis-reumatoide> (accessed 2023-11-01).



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

- (2) Figus, F. A.; Piga, M.; Azzolin, I.; McConnell, R.; Iagnocco, A. Rheumatoid Arthritis: Extra-Articular Manifestations and Comorbidities. *Autoimmun. Rev.* **2021**, *20* (4), 102776. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2021.102776>.
- (3) Chauhan, K.; Jandu, J. S.; Brent, L. H.; Al-Dhahir, M. A. Rheumatoid Arthritis. In *StatPearls*; StatPearls Publishing: Treasure Island (FL), 2023.
- (4) Akram, M.; Daniyal, M.; Sultana, S.; Owais, A.; Akhtar, N.; Zahid, R.; Said, F.; Bouyahya, A.; Ponomarev, E.; Ali Shariat, M.; Thiruvengadam, M. Traditional and Modern Management Strategies for Rheumatoid Arthritis. *Clin. Chim. Acta Int. J. Clin. Chem.* **2021**, *512*, 142–155. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.11.003>.
- (5) Elier Galarraga M; Juan Manuel Amaro-Luis; Luis B. Rojas; Anne-Claire Mitaine-Offer; Marie-Aleth Lacaille-Dubois. Triterpenos y Saponinas Triterpénicas de *Phytolacca Icosandra* y *Phytolacca Rugosa*. 2014, pp 53–66.
- (6) Gumà Uriel, M. Modelos animales en la artritis reumatoide. *Reumatol. Clínica* **2008**, *4* (4), 129–131. [https://doi.org/10.1016/S1699-258X\(08\)71820-5](https://doi.org/10.1016/S1699-258X(08)71820-5).
- (7) OECD/OCDE. *OECD GUIDELINE FOR TESTINT OF CHEMICALS-423: Acute Oral TOXicity-ACute Toxic Class Method*.



Estudio fitoquímico de hojas de *Maytenus phyllanthoides* Benth

Moreno Flores Bárbara Samantha, Mirón López Gumersindo, Mena Rejón Gonzalo J.

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 43 No. 613 x Calle 90 Col. Inalámbrica. Mérida, Yucatán; C.P. 97069.

A18123026@alumnos.uady.mx, bmorenof1127@gmail.com No. CVU: 1285130

Palabras clave: terpenoides, triterpenos, Celastraceae, *Maytenus*

7

Introducción. Los estudios fitoquímicos tienen el objetivo de determinar la composición química de las plantas y conocer estructuras de constituyentes bioactivos.¹ Tanto el género *Maytenus* como la familia Celastraceae cuentan con un historial de proveer extractos medicinales que carecen de estudios. Por ello, se busca identificar terpenoides presentes en *Maytenus phyllanthoides* Benth (*M. phyllanthoides*) ya que constituyen un amplio grupo de metabolitos que puede tener diversas actividades (antiinflamatoria, antioxidante, analgésica, entre otras).^{2,3}

Metodología. Las hojas de *M. phyllanthoides*, se recolectaron, secaron y molieron. La extracción se llevó a cabo por maceración con MeOH. El extracto metanólico se resuspendió en agua y se sometió a particiones con CHCl_2 (50 g) y AcOEt (2.9 g). El residuo diclorometánico fue fraccionado por cromatografía en columna (CC) empleando gel de sílice con tamaño de partícula 40-63 μm , obteniéndose 15 fracciones (A-Ñ). Se analizaron las fracciones por cromatografía en capa delgada (CCD) y agruparon las de R_f similar. La fracción J se refraccionó utilizando Sephadex LH-20 y las fracciones de R_f similar fueron reunidas. Se obtuvieron seis fracciones (J1-J6), fraccionándose J5 en CC con gel de sílice de tamaño de partícula 40-63 μm , obteniendo siete fracciones (J5.1-J5.7). Se analizó J5.5 (122.8 mg) por RMN-¹H y RMN-¹³C.⁴

Resultados, discusiones y conclusión. De acuerdo con los experimentos de RMN-¹H, J5.5 mostraba protones vinílicos (δ 5.25), protones geminales a grupo hidroxilo (δ 3.21) y metilos angulares (δ 0.88, δ 0.90, δ 0.83 y δ 0.91). Integrandos las áreas de estas señales se determinó que era una mezcla de dos triterpenos en proporción 4:3. Esto se confirmó con RMN-¹³C: se observaron 2 juegos de señales con carbonos sp^2 (δ 126.0, δ 128.0, δ 137.0 y δ 143.1), carbonos monohidroxilados (δ 79.1 y δ 79.2) y carbonilos (δ 183.0 y δ 181.0). Se concluye que es una mezcla de ácido oleanólico:ácido ursólico en dicha proporción.

Referencias

- (1) Wagner, R. Browning. H. Overview of Celastraceae Compounds: Chemistry, Chemotaxonomy, Biosynthesis, Pharmacology. **1978**, 17 (11), 1821–1858. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)88719-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)88719-1).
- (2) Simmons, M. P. Celastraceae. In *Flowering Plants-Dicotyledons*; Kubitzki, K., Ed.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2004; Vol. 6, pp 29–64. https://doi.org/10.1007/978-3-662-07257-8_6.
- (3) Las Heras, B.; Rodríguez, B.; Bosca, L.; Villar, A. Terpenoids: Sources, Structure Elucidation and Therapeutic Potential in Inflammation. *CTMC* **2003**, 3 (2), 171–185. <https://doi.org/10.2174/1568026033392462>.
- (4) Harborne, J. B. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*, 3rd ed.; Chapman and Hall: London ; New York, 1998.

Estudio fitoquímico de las hojas de *Elaeodendron trichotomum*

Aké Pech Michael Deniss, Mena Rejón Gonzalo, Mirón López Gumersindo.

Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad autónoma de Yucatán.

A18019503@alumnos.uady.mx | akepechmichael@gmail.com | No. de becario CONAHCYT: 1310681

Palabras clave: Fitoquímico, *trichotomum*, hojas, Celastraceae.

8

Introducción. La familia Celastraceae está ampliamente distribuida y destaca por su uso en medicina tradicional. Las especies de esta familia producen compuestos con actividades farmacológicas diversas debido a su heterogeneidad estructural. Con este trabajo se pretende identificar metabolitos en las hojas de *Elaeodendron trichotomum* para ampliar la información sobre su composición química.¹⁻⁵

Metodología. Las hojas secas y molidas se extrajeron exhaustivamente por maceración empleando hexano (Hx), diclorometano (DCM) y acetato de etilo (AcOEt). El extracto de diclorometano fue fraccionado mediante columna cromatográfica (CC) con sílica gel (SG) de 63-200 μm y se eluyó con proporciones de Hx-AcOEt en polaridad ascendente. Las fracciones se agruparon por similitud en cromatografía en capa delgada (CCD), obteniendo 18 fracciones primarias. De estas, la 14^a fue fraccionada empleando Sephadex LH-20 y Hx- CHCl_3 -Metanol 2:1:1. La última de las 7 fracciones obtenidas se fraccionó por CC con SG (40-63 μm) y proporciones de Hx-éter en polaridad ascendente. De las fracciones obtenidas, la mayoritaria se analizó por resonancia magnética nuclear (RMN).

Resultados y Discusión. De los 1300 g de material vegetal, se obtuvieron 44.5 g de extracto de Hx, 33.8 g de DCM y 13.4 g de AcOEt. En la fracción DCM-NGF, con un peso de 11.9 mg, se pudo identificar la presencia de loliólida. Además, el análisis por espectroscopia nuclear de efecto Overhauser (NOESY) permitió diferenciarla de sus estereoisómeros.

Conclusiones. Pese a que la loliólida se considera ubicua, es la primera vez que se reporta en *E. trichotomum* así como en el género. Su identificación en este trabajo resulta de importancia porque, aunque estructuralmente es simple, siendo un monoterpeno con una lactona y un hidroxilo, presenta un amplio espectro de actividad biológica. Por otra parte, dado que tiene dos estereocentros, se requieren experimentos de RMN bidimensionales para su caracterización inequívoca.

Referencias

1. Camargo, K.C.; de Aguilar, M.G.; Moraes, A.R.A.; de Castro, R.G.; Szczerbowski, D.; Miguel, E.L.M.; Oliveira, L.R.; Sousa, G.F.; Vidal, D.M.; Duarte, L.P. Pentacyclic Triterpenoids Isolated from Celastraceae: A Focus in the ^{13}C -NMR Data. *Molecules* [En línea] **2022**, *27*, 959.



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

2. Moujir, L.; López, M.R.; Reyes, C.P.; Jiménez, I.A.; Bazzocchi, I.L. Structural Requirements for Antimicrobial Activity of Phenolic Nor-Triterpenes from Celastraceae Species. *Appl. Sci.* [En línea] **2019**, 9, 2957.
3. Bazzocchi, I.L.; Núñez, M.J.; Reyes, C.P. Bioactive diterpenoids from Celastraceae species. *Phytochem. Rev.* [En línea] **2017**, 16, 861–881.
4. Núñez, M.J.; Jiménez, I.A.; Mendoza, C.R.; Chavez-Sifontes, M.; Martínez, M.L.; Ichiishi, E.; Tokuda, R.; Tokuda, H.; Bazzocchi, I. L. Dihydro- β -agarofuran sesquiterpenes from Celastraceae species as anti-tumour-promoting agents: Structure-activity relationship. *Eur. J. Med. Chem.* [En línea] **2016**, 111, 95-102.
5. Ghante, M.H.; Jamkhande, P.G. Role of Pentacyclic Triterpenoids in Chemoprevention and Anticancer Treatment: An Overview on Targets and Underling Mechanisms. *Journal of Pharmacopuncture* [En línea] **2019**, 22, 2, 55-67.



Evaluación de la Actividad Antiparasitaria e Inmunomoduladora de la Mezcla de Benznidazol con Óxido de β -Cariofileno en un Modelo Murino de Infección de *Trypanosoma cruzi* en Fase Crónica

López López Luis Pablo¹, Arana Arguez Victor Emilio², Polanco Hernández Glendy Marilú¹.

1. Laboratorio de Biología Celular, Centro de investigaciones Regional “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán

2. Laboratorio de Farmacología, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

Correo institucional: a18019532@alumnos.uady.mx

Correo personal: lopezlz.luis27@gmail.com

No. Becario CONAHCYT: 1317264

Palabras clave: *Trypanosoma cruzi*, Benznidazol, Óxido de β -Cariofileno, Inmunomodulación.

Introducción:

La enfermedad de Chagas es un importante problema de salud pública causada por el protozooario *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*); su tratamiento actual (nifurtimox y benznidazol) es insatisfactorio, siendo importante continuar la búsqueda de mejores tratamientos (1). Estudios *in vitro* han reportado la actividad de la mezcla de benznidazol (BNZ) con óxido de β -cariofileno (BCPO) reduciendo la viabilidad de epimastigotes de *T. cruzi* en un 80%, aunado, el BCPO posee actividad antioxidante e inmunomoduladora (2–4). Este trabajo pretende evaluar la toxicidad sub-aguda, actividad antiparasitaria e inmunomoduladora de la mezcla de BZN y BCPO en un modelo murino de infección de *T. cruzi* en fase crónica.

Metodología:

Se evaluó la toxicidad sub-aguda de dos concentraciones de la mezcla de BNZ (7 mg/kg) con BCPO (60 mg/kg) y BNZ (3.5 mg/kg) con BCPO (30 mg/kg) en ratones BALB/c machos durante 15 días vía oral; se tomaron muestras sanguíneas para determinar niveles hematológicos y serológicos. Posteriormente se evaluará la actividad antiparasitaria en ratones con 45 días post-infección tratados durante 15 días con la mezcla de BNZ y BCPO. Se obtendrán muestras de tejido cardíaco para la cuantificación de nidos de amastigotes, así como sangre para la evaluación de la actividad inmunomoduladora (linfocitos CD4 y CD8) y suero para determinar niveles de citocinas (IL-6, IL-1 β , TNF- α , IL-10).

Resultados y Discusión:

Las dos mezclas evaluadas no generaron signos de toxicidad, ni diferencias en peso, consumo de alimentación, ni en supervivencia de los animales. Por otra parte, no se encontraron alteraciones en los niveles hematológicos, ni en los parámetros serológicos determinados.

Conclusiones:

Las mezclas de BNZ con BCPO no presentaron toxicidad sub-aguda durante 15 días de tratamiento, por lo que estas concentraciones serán las consideradas para realizar las evaluaciones *in vivo* en el modelo de infección en fase crónica.

Referencias:

1. Franco, L. A. M.; Moreira, C. H. V.; Buss, L. F.; Oliveira, L. C.; Martins, R. C. R.; Manuli, E. R.; et al. Pharmacogenomic profile and adverse drug reactions in a prospective therapeutic cohort of chagas disease patients treated with benznidazole. *International Journal of Molecular Sciences* **2021**, 22(4), 1–13. doi:10.3390/ijms22041960.
2. López, L. P. Evaluación sinérgica de mezclas de óxido de β -cariofileno y fármacos tripanocidas contra *Trypanosoma cruzi*, Universidad Autónoma de Yucatán, 2023.
3. Quintero, W. L.; Moreno, E. M.; Milena, S.; Pinto, L.; Sanabria, S. M.; Stashenko, E.; et al. antioxidant properties of essential oil fractions of *Lippia alba* (Verbenaceae). **2021**, 6, 1–16.
4. Kim, C.; Cho, S. K.; Dongwoo, K. K. β -Caryophyllene oxide potentiates TNF α -induced apoptosis and inhibits invasion through down-modulation of NF- κ B-regulated gene products. **2013**. doi:10.1007/s10495-013-0957-9.

Determinación computacional de la ruta biogenética de las cheiloclinas A-I a través de métodos multiescala

Briceño-Vargas Flor María¹, Quijano-Quiñones Ramiro Felipe¹, Mirón-López Gumersindo²

¹Laboratorio de Química Teórica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

²Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

A15001548@alumnos.uady.mx, flormariamontserrat@gmail.com, Número de CVU: 1325069

Palabras clave: Diels-Alder, cheiloclinas, ONIOM.

12

Introducción

La cicloadición de Diels-Alder es uno de los procesos de mayor importancia para la química orgánica, gracias a su capacidad de formar compuestos cíclicos¹. Aunque es una herramienta frecuente en la síntesis química, su papel en la naturaleza sigue siendo tema de discusión. Numerosos productos naturales han sido propuestos como aductos Diels-Alder, debido a su estructura y a la coocurrencia de precursores junto con sus regio y diaestereómeros.² Sin embargo, en algunos casos ha sido demostrado que estos aductos pueden formarse por medio de mecanismos alternos.³ Las plantas de la familia Celastraceae son una fuente de estos productos naturales tipo Diels-Alder, usualmente formados por terpenoides. Dentro de esta familia, se encuentran las cheiloclinas A-I, las cuales son dímeros conformados por un triterpenoide y un sesquiterpenoide tipo guayano. Las relaciones regio y estereoquímicas que presentan sugieren un posible origen Diels-Alder⁴.

Metodología

La hipótesis anterior está sujeta a investigación empleando métodos computacionales, con el objetivo de obtener el perfil de la reacción de formación de las cheiloclinas A-I con el modelo multiescala ONIOM2(M06-2X/6-31G(d,p):xTB), agregando agua por medio de la aproximación ALPB de solvente implícito.

Resultados

Los resultados preliminares indican que las cheiloclinas A y B exhiben un mecanismo en dos pasos, iniciando con una reacción Diels-Alder, produciendo un intermediario bicíclico que sufre posteriormente un rearreglo retro-Claisen que forma el producto. Por otro lado, las cheiloclinas C y D presentan un proceso Diels-Alder concertado.

Discusión

La reacción tándem de las cheiloclinas A y B ha sido reportada para otros dímeros, como son la xuxuarina Aa⁵ y la grandiona³. En cambio, las cheiloclinas C y D presentan un proceso Diels-Alder concertado, tal como proponen Mesa-Siveiro *et al.*⁴.

Conclusión

Existen mecanismos alternos a la reacción Diels-Alder para la formación de las cheiloclinas. El origen de esta diversidad en la reactividad de los precursores está siendo analizada en estos momentos.

Referencias

- (1) Bazzocchi, I. L.; Núñez, M. J.; Reyes, C. P. Diels–Alder Adducts from Celastraceae Species. *Phytochem. Rev.* **2018**, *17* (4), 669–690. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9553-5>.
- (2) Oikawa, H.; Tokiwano, T. Enzymatic Catalysis of the Diels–Alder Reaction in the Biosynthesis of Natural Products. *Nat Prod Rep* **2004**, *21* (3), 321–352. <https://doi.org/10.1039/B305068H>.
- (3) Quijano-Quiñones, R.; Castro-Segura, C.; Mena-Rejón, G.; Quesadas-Rojas, M.; Cáceres-Castillo, D. Biosynthesis of Grandione: An Example of Tandem Hetero Diels–Alder/Retro–Claisen Rearrangement Reaction? *Molecules* **2018**, *23* (10), 2505. <https://doi.org/10.3390/molecules23102505>.
- (4) Mesa-Siverio, D.; Chávez, H.; Estévez-Braun, A.; Ravelo, Á. G. Cheiloclines A–I. First Examples of Octacyclic Sesquiterpene-Triterpene Hetero-Diels–Alder Adducts. *Tetrahedron* **2005**, *61* (2), 429–436. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2004.10.074>.
- (5) Quesadas-Rojas, M.; Mena-Rejon, G. J.; Castro-Segura, C. S.; Cáceres-Castillo, D. R.; Quijano-Quiñones, R. F. Theoretical Insight into the On-Water Catalytic Effect in the Biogenesis of Triterpene Dimers: From One-Step to Two-Step Hetero Diels–Alder Reactions. *New J. Chem.* **2021**, *45* (47), 22417–22423. <https://doi.org/10.1039/D1NJ04221A>.

Estudio de la hidrólisis del anillo lactónico de la ocraceólida A obtenida del extracto de *Elaeodendron trichotomum*.

Claudina Sánchez Ortiz, Rolando David Cáceres Castillo.

Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Calle 43 s/n x 96 Paseo de las Fuentes y 40 Col. Inalámbrica. C.P. 97069. Mérida, Yucatán, México.
a95007219@alumnos.uady.mx, lirio1975@gmail.com. No. de becario 1318722.

Palabras clave: Celastraceae, ocraceólida, γ lactona, triterpenoides.

Introducción

La ocraceólida A; un triterpeno de tipo lupano con una γ -lactona, resulta ser atractiva químicamente por las posibles reacciones sobre este centro. La ocraceólida A ha sido aislada de la corteza de *Elaeodendron trichotomum*, especie que pertenece a la familia Celastraceae. Este estudio se enfoca en la hidrólisis del anillo lactónico de este triterpeno, ya que es una zona de alta reactividad por los grupos funcionales presentes.

Metodología

La extracción se llevó a cabo por maceración con CH_2Cl_2 , en proporciones 1:20, por 72 h con dos repeticiones. El extracto seco (5 g) fue cargado en una columna de vidrio con gel de sílice como fase estacionaria. La columna se eluyó en condiciones isocráticas con CH_2Cl_2 a un flujo de 0.2 mL/min a temperatura ambiente (25 °C). Para el análisis por TLC se utilizaron cromatofolios de aluminio de 20x20 cm con gel de sílice G60 e indicador de fluorescencia F_{254} . Los espectros de RMN-1H se obtuvieron con un espectrómetro Bruker Avance Ultrashield 400 MHz en solución con CDCl_3 .

Resultados

Las muestras fueron separadas en 3 grupos: 1, 2 y 3 de las cuales se obtuvo un porcentaje de rendimiento de 8.89, 7.09 y 6.27 respectivamente.

Las fracciones primarias demostraron evidencia del aislamiento de ocraceólida A como componente mayoritario.

Discusión

La identificación de ocraceólida A se realizó mediante el estudio de las señales de RMN-1H con los datos reportados en la literatura. Las señales características de metilos angulares a 0.82, 0.90, 0.94, 1.02, 1.07 y 1.08 ppm; dos señales a 3.14 y 4.94 ppm correspondientes a grupos metino y dos señales dobles entre 5.5 y 6.5 ppm características de protones vinílicos de la γ -lactona con doble enlace exocíclico.

Conclusiones

El estudio propuesto sobre la hidrólisis del anillo lactónico de la ocraceólida A presenta un enfoque prometedor para la obtención de derivados.

Referencias

1. Ccc. Woźniak, Ł.; Skapska, S.; Marszałek, K. Ursolic Acid—A Pentacyclic Triterpenoid with a Wide Spectrum of Pharmacological Activities. *Molecules*. [En línea] **2015**, 20 (11), 20614–20641.
2. Estrada Alfaro, N. A. Aislamiento y Modificación estructural de Triterpenos de *Phoradendron wattii*. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, México, Noviembre 2021.
3. Herrera-España, A. D., Mena-Rejón, G. J., Hernández-Ortega, S., Quijano, L., & Mirón-López, G. (2017). Crystal structure of ochraceolide A isolated from *Elaeodendron trichotomum*(Turcz.) Lundell. *Acta Crystallographica Section E Crystallographic Communications*. [En línea] **2017**,73(10), 1475–1478.
4. Hung, H.-Y.; Nakagawa-Goto, K.; Tokuda, H.; Iida, A.; Suzuki, N.; Bori, I. D.; Qian, K.; Lee, K.-H. A-ring modified betulinic acid derivatives as potent cancer preventive agents. *Bioorganic & Med. Chem. Lett.* [En línea] **2014**, 24 (3), 1005–1008.
5. Mendes, V. I. S.; Bartholomeusz, G. A.; Ayres, M.; Gandhi, V.; Salvador, J. A. R. Synthesis and cytotoxic activity of novel A-ring cleaved ursolic acid derivatives in human non-small cell lung cancer cells. *Eur. J. Med. Chem.* [En línea] **2016**, 123, 317–331.
6. Ngassapa, O. D.; Soejarto, D. D.; Che, C.-T.; Pezzuto, J. M.; Farnsworth, N. R. New Cytotoxic Lupane Lactones from *Kokoona ochracea*. *J. Nat. Prod.* [En línea] **1991**, 54 (5), 1353–1359.
7. Nuñez Rivas, M.J. Metabolitos Secundarios Bioactivos Aislados de *Maytenus chiapensis* y *Crossopetalum uragoga* (Celastraceae). Tesis Doctoral. Universidad de El Salvador, El Salvador, 2004.
8. Pérez-Prior, M. T.; Manso, J. A.; del Pilar García-Santos, M.; Calle, E.; Casado, J. Reactivity of Lactones and GHB Formation. *J. Org. Chem.* [En línea] **2005**, 70 (2), 420–426.
9. Rodríguez Pérez, F.M. Estudio Fitoquímico de Especies de La Familia Celastraceae (Flora Panameña): *Maytenus blepharodes* y *Crossopetalum lobatum*. Tesis doctoral. Universidad de La Laguna, La Laguna, Octubre 2000.
10. Wang, H.; Yu, F.; Peng, Y.; Wang, Q.; Han, X.; Xu, R.; Zhou, X.; Wan, C.; Fan, Z.; Jiao, P.; et al. Synthesis and biological evaluation of ring A and/or C expansion and opening echinocystic acid derivatives for anti-HCV entry inhibitors. *Eur. J. Med. Chem.* [En línea] **2015**, 102, 594–599.

Evaluación del acoplamiento molecular de híbridos tiazólicos con potencial antiproliferativo

Daniel Enrique Ordoñez Montero, David Cáceres Castillo, Ramiro F. Quijano Quiñones.
Laboratorio de Química Farmacéutica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán
A15004284@alumnos.uady.mx, danielordoez@hotmail.com

No. CVU: 1325105.

Palabras clave: Cáncer, híbridos, acoplamiento molecular.

16

Introducción. El cáncer representa una de las principales causas de muerte en el mundo.¹ Dentro de las estrategias farmacológicas anticancerígenas destaca el estudio de moléculas pequeñas frente a objetivos proteicos como el receptor estrogénico alfa (ER α), receptor de crecimiento epidérmico (EGFR), blanco de la rapamicina en células de mamífero (mTOR) y tubulina, especialmente de aquellas que incluyen estructuras privilegiadas como el tiazol, benzofurano, cumarina y chalcona.^{2,3} En el presente estudio se explora el potencial antiproliferativo de híbridos tiazolil-benzofurano, tiazolil-cumarina y tiazolil-chalcona frente a los receptores antes mencionados mediante acoplamiento molecular.

Metodología. Los ligandos fueron optimizados usando el nivel de cálculo B3LYP/6-31G(d) con el código ORCA. Los receptores fueron obtenidos del *Protein Data Bank*, mediante las entradas 3ERT, 1M17, 4JSX y 4O2B. El tratamiento de los ligandos y la proteína se realizó mediante *Chimera* y *AutoDock Tools*. El cálculo se ejecutó empleando 5,000,000 de evaluaciones y 100 repeticiones. La validación se realizó mediante un re-acoplamiento molecular.

Resultados. La desviación cuadrática media (RMSD) de los ligandos nativos de ER α , EGFR, mTOR y tubulina fue de 1.381, 1.782, 0.687 y 1.019 Å con una puntuación de -11.43, -7.4, -8.77 y -9.92 kcal/mol respectivamente. Los híbridos estudiados presentaron intervalos de puntuación de -7.35 a -10.2, -7.43 a -11.31, -5.04 a -8.46 y -7.89 a -12.72 kcal/mol frente a ER α , EGFR, mTOR y tubulina respectivamente.

Discusión. El re-acoplamiento molecular validó la metodología al obtener un RMSD <2 Å en todos los casos.⁴ Los híbridos tiazolil-cumarina y especialmente los tiazolil-benzofurano presentaron los menores valores de puntuación frente a los receptores estudiados. Específicamente la 1-(6-(2-(4-clorofenil)-4-metiltiazol-5-il)-4-fenilbenzofuran-2-il)etanona (TzBf-2) presentó el mejor perfil de interacciones con la mayoría de los receptores, especialmente frente a EGFR y tubulina.

Conclusión. El derivado TzBf-2 presentó el mejor perfil de interacción frente a los receptores estudiados, lo que sugiere que posee el mayor potencial antiproliferativo.

Referencias:



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

1. Bray, F.; Laversanne, M.; Sung, H.; Ferlay, J.; Siegel, R. L.; Soerjomataram, I.; Jemal, A. Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J. Clin.* **2024**, *74* (3), 229–263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>.
2. Mayank; Jaitak, V. Drug Target Strategies in Breast Cancer Treatment: Recent Developments. *Anticancer Agents Med. Chem.* **2014**, *14* (10), 1414–1427. <https://doi.org/10.2174/1871520614666140407114853>
3. *Privileged Scaffolds in Drug Discovery*, 1a ed.; Yu, B., Li, N., Fu, C., Eds.; Academic Press, 2023. <https://doi.org/10.1016/C2022-0-00047-7>
4. Che, X.; Liu, Q.; Zhang, L. An Accurate and Universal Protein-Small Molecule Batch Docking Solution Using Autodock Vina. *Results Eng.* **2023**, *19* (101335), 101335. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101335>



Síntesis de nuevas entidades químicas con potencial antidiabético: estudio farmacológico *in silico*, *in vitro* e *in vivo*.

Gabriela del Carmen Canche Naal¹, Rolffy Rubén Ortiz Andrade¹, Emanuel Hernández Núñez².

¹Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán. ²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Recursos del Mar Mérida.

Correo: a22220551@alumnos.uady.mx

No. CVU: [1238458](#)

Palabras clave: Diabetes, benzotiazoles, α -glucosidasa.

La Diabetes mellitus es una enfermedad metabólica que se caracteriza por hiperglucemia ocasionada por factores genéticos y ambientales, dando como resultados distintos tipos de diabetes en la población.

Entre los fármacos de uso frecuente para el tratamiento de la diabetes mellitus se encuentran los inhibidores de la enzima α -glucosidasa. Se han reportado que los benzotiazoles tienen una actividad inhibitoria de la enzima α -glucosidasa con IC₅₀ muy pequeñas, por lo que en este proyecto de investigación se centra en la búsqueda de análogos de benzotiazol con esta actividad biológica.¹

Se realizó el diseño molecular de 60 análogos de benzotiazol de acuerdo con los antecedentes reportados y se utilizaron métodos computacionales para predecir las propiedades fisicoquímicas, farmacocinéticas y farmacodinámicas de los análogos diseñados. Con respecto a las propiedades fisicoquímicas, se calcularon las reglas de Lipinski y la solubilidad utilizando el programa DataWarrior, mientras que para la evaluación farmacocinética se utilizó el programa admetSAR y vNN-ADMET para predecir el metabolismo, en tanto que para la predicción de las propiedades farmacodinámicas se utilizó el programa PASS Online para predecir sus actividades biológicas y se realizó el acoplamiento molecular con la proteína 3TOP utilizando Autodock Vina.^{1,2} Se realizó un consenso farmacológico con los resultados obtenidos, en donde dos compuestos fueron elegidos para su síntesis orgánica y evaluación *in vitro* mediante el ensayo de inhibición de la enzima α -glucosidasa intestinal. El ensayo *in vitro* se realizó usando sacarosa, maltosa y almidón como sustratos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación, un compuesto obtuvo porcentajes significativos de inhibición de la enzima α -glucosidasa con respecto al otro compuesto evaluado, por lo que fue elegido para su evaluación *in vivo*. Se realizó el ensayo del modelo de hiperglucemia temporal inducida usando sacarosa como sustrato y se evaluó los niveles de variación de glucosa del compuesto previamente elegido, en donde se obtuvo un efecto antihiperglucemiante no mayor que la acarbosa.^{3,4}

En conclusión, el uso de métodos computacionales en el diseño de fármacos ayuda a reducir tiempo y costos en la investigación. Se espera que los compuestos elegidos en el consenso

farmacológico y evaluados biológicamente proporcione conocimientos acerca de los análogos de benzotiazol como inhibidores de la enzima α -glucosidasa para futuras investigaciones.

Referencias

- (1) Taha, M.; Ismail, N. H.; Lalani, S.; Fatmi, M. Q.; Atia-Tul-Wahab; Siddiqui, S.; Khan, K. M.; Imran, S.; Choudhary, M. I. Synthesis of Novel Inhibitors of α -Glucosidase Based on the Benzothiazole Skeleton Containing Benzohydrazide Moiety and Their Molecular Docking Studies. *Eur J Med Chem* **2015**, *92*, 387–400. <https://doi.org/10.1016/J.EJMECH.2015.01.009>.
- (2) Graham, L. *An Introduction to Medicinal Chemistry*, 5ta ed.; Oxford, 2013.
- (3) Hernández-Núñez, E.; Tlahuext, H.; Moo-Puc, R.; Torres-Gómez, H.; Reyes-Martínez, R.; Cedillo-Rivera, R.; Nava-Zuazo, C.; Navarrete-Vazquez, G. Synthesis and in Vitro Trichomonocidal, Giardicidal and Amebicidal Activity of N-Acetamide(Sulfonamide)-2-Methyl-4-Nitro-1H-Imidazoles. *Eur J Med Chem* **2009**, *44* (7), 2975–2984. <https://doi.org/10.1016/J.EJMECH.2009.01.005>.
- (4) Ortiz-Andrade, R. R.; García-Jiménez, S.; Castillo-España, P.; Ramírez-Ávila, G.; Villalobos-Molina, R.; Estrada-Soto, S. α -Glucosidase Inhibitory Activity of the Methanolic Extract from *Tournefortia Hartwegiana*: An Anti-Hyperglycemic Agent. *J Ethnopharmacol* **2007**, *109* (1), 48–53. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2006.07.002>.

Calidad de proteína de crías de abeja melífera (*Apis mellifera* L.) producidas en el estado de Yucatán.

Daniel Martín García López^{1*}, Yolanda Beatriz Moguel Ordóñez², David Betancur Ancona¹.

¹FIQ, UADY, Yucatán, México; ²CE Mocochoá, CIRSE-INIFAP, Yucatán, México.

*A15017050@alumnos.uady.mx, No. de becario CONAHCYT 1230538

Palabras clave: Abejas, apicultura, aminoácidos, alimentos alternativos.

20

Introducción. Los insectos comestibles destacan por su alto contenido proteico. La entomofagia es una opción nutricional prometedora ante el aumento de la demanda alimentaria para 2050 (van Dijk et al., 2021; van Huis et al., 2013). Las crías de *Apis mellifera* L. tienen particular interés en Yucatán gracias a la apicultura. Se evaluó la calidad de la proteína de estas crías mediante digestibilidad "in vitro" (DIP), puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de las proteínas (PDCAAS), índice de eficiencia proteica (C-PER) y valor biológico estimado (VB). Materiales y métodos. En el apiario experimental de Mocochoá, Yucatán, se muestrearon 10 colonias de crías de *A. mellifera* L. Se separaron en obreras (O) y zánganos (Z), y en larvas (L), pupas tempranas (PE) y pupas tardías (PL). Fueron liofilizadas, molidas y almacenaron a -20°C. Se determinó la proteína cruda (PC) y el perfil de aminoácidos (AA) para calcular parámetros de calidad proteica (Alaiz et al., 1992; AOAC, 2019). Se realizó un ANOVA de dos vías y la prueba post hoc de Tukey. Resultados y discusión. El contenido de PC varió de 34.75 a 43.94 g/100

MS en O y de 29.35 a 44.53 en Z, siendo PL, en ambas castas, el estadio de mayor contenido ($P < 0.05$). La DIP fue superior al 75% en PE y PL para ambas. El AA limitante fue el triptófano para Z y los AA azufrados para O. Los Z en PE tuvieron un C-PER de 3.72 ± 0.04 ($P < 0.05$). Todas las muestras mostraron un C-PER > 2 , valor que entra en el rango de proteínas de buena calidad (Friedman, 1996). El VB fue mayor en Z, con valores superiores a 88, comparado con 40.3 a 62.8 en O ($P <$

0.05). Conclusiones: Las crías de *Apis mellifera* L. de Yucatán son una fuente valiosa de proteínas, especialmente en estadios de pupas tardías. Los zánganos presentan una mayor calidad proteica en comparación con las obreras, sugiriendo su utilidad como recurso nutricional.

Referencias

Alaiz, M., Navarro, J. L., Girón, J., & Vioque, E. (1992). Amino acid analysis by high-performance liquid chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate. *Journal of Chromatography*, 591(1–2), 181–186. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(92\)80236-N](https://doi.org/10.1016/0021-9673(92)80236-N)

AOAC. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st edition, Vol. 2). AOAC International.



- Friedman, M. (1996). Nutritional Value of Proteins from Different Food Sources. A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1), 6–29. <https://doi.org/10.1021/JF9400167>
- van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (2021). A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food* 2021 2:7, 2(7), 494–501. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9>
- van Huis, A., Itterbeeck, H. K., Klunder, V. I. J., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme P. (2013). Edible insects Future prospects for food and feed security. <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>



Evaluación del efecto glucemiante de dos extractos de cáscaras y semillas de *Annona muricata* L.

Alfonso Jesús Mugarte Moguel¹, David Abram Betancur Ancona¹, Irving Francisco Sosa Crespo¹.

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, México.

a00000475@alumnos.uady.mx, genponcho@gmail.com. No. de becario CONAHCYT: 257179

Palabras clave: Diabetes mellitus 2, *Annona muricata* L., hiperglucemia, inhibición.

Introducción. La Diabetes mellitus II (DM2) es un trastorno endocrinológico cada vez más frecuente en la población. En diversas investigaciones, se han empleado extractos acuosos y metanólicos de hojas, corteza de tallo y de la pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.), con significativa actividad antihiper e hipoglucemiante^{1-3,5}. **Metodología.** Se realizaron extractos acuosos y etanólicos de cáscaras y semillas de guanábana. El efecto glucemiante de los extractos, se determinó mediante una inhibición *in vitro* de las enzimas α -amilasa y α -glucosidasa^{1,5}, así como el IC₅₀ del extracto que presentó el mayor efecto. Mediante la prueba de Folin, se determinó el contenido de polifenoles totales y la presencia de fenoles mediante HPLC⁵. El extracto con mayor inhibición, fue empleado para un estudio *in vivo* en un modelo animal mediante un ensayo agudo para determinar el efecto antihiperglucemiante, empleando ratas macho Wistar. **Resultados y discusión.** El mayor efecto inhibitorio sobre α -amilasa y α -glucosidasa se presentó empleando los extractos acuoso de cáscaras (92.8%) y etanólico de semillas (91.22%), superior a lo reportado en otros estudios^{1,5}. El valor obtenido de IC₅₀ para α -amilasa fue de 0.0220 mg/mL y de α -glucosidasa fue de 0.0334 mg/mL, indicando una mayor actividad que estudios similares^{1,5}. El mayor contenido de polifenoles totales se encontró en el extracto etanólico de cáscaras con un valor de 0.5760 mg/EAG; el cromatograma reflejó la presencia de ácido gálico, quercetina, ácido vanílico, cafeico entre otros compuestos. En el estudio antihiperglucémico en ratas se observó que el mayor efecto fue con la dosis de 15 mg/kg a los 120 min posprandial para ambos extractos, mismos que demostraron valores similares a otras investigaciones^{1,5}. **Conclusiones.** El presente estudio, evidencia un efecto inhibitorio de los extractos, lo que plantea una alternativa del uso de cáscara y semillas de *Annona muricata* como alimentos funcionales que coadyuven al tratamiento de DM2.

Referencias:

1. Adefegha, S; Oyeleye, S; Oboh, G. (2015). Distribution of Phenolic Contents, Antidiabetic Potentials, Antihypertensive Properties, and Antioxidative Effects of Soursop (*Annona muricata* L.) Fruit Parts In Vitro. *Biochemistry Research International* Volume, Article ID 347673, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/347673>
2. Adeyemi, D; Komolafe O; Adewole, A; Obuotor E; Adenowo T. (2009). Antihyperglycemic activities of *Annona muricata* L. *Afr. J. Trad. CAM* 6 (1): 62 – 69. PMID: **20162043** PMCID: [PMC2816521](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20162043/)
3. Agu, K.C.; Eluehike, N.; Ofeimun, R.O.; Abile, D.; Ideho, G.; Ogedengbe, M.O.; Onose, P.O.; Elekofehinti, O. O. (2019) Possible Anti- Diabetic Potentials of *Annona muricata* (Soursop): Inhibition of α -Amylase and α -Glucosidase Activities. *Clin. Phytosci.*, 5, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40816-019-0116-0>



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

4. Ponce, JO; Rodríguez Vigay, N; Juárez, RP.(2018) Inhibición de la α -amilasa por medio de extractos de plantas medicinales como tratamiento complementario/alternativo de la diabetes y la caries. Rev. Soc. Odontol. La Plata: XXVIII(55):41-45. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/1597>
5. Ojo OA, Grant S, Amanze JC, Oni AI, Ojo AB, Elebiyo TC, Obafemi TO, Ayokunle DI, Ogunlakin AD. (2022) Annona muricata L. peel extract inhibits carbohydrate metabolizing enzymes and reduces pancreatic β -cells, inflammation, and apoptosis via upregulation of PI3K/AKT genes. PLoS One. Oct 27;17(10): e0276984. doi: 10.1371/journal.pone.0276984. PMID: 36301972; PMCID: PMC9612462.



Estudio del efecto antioxidante y antiinflamatorio de alimentos de sistemas tradicionales de cultivo en Yucatán en la reducción de marcadores de estrés oxidativo y neuroinflamación

Navarrete-Barrera Zabdiel Jesús^{1*}, Segura-Campos Maira Rubi¹

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

A17115609@alumnos.uady.mx; navarretezabdiel@gmail.com

*Número de becario CONAHCYT: CVU 1318137

Palabras clave: “Neuroinflamación”, “Antioxidantes” y “Compuestos bioactivos”

Introducción: Las enfermedades neurodegenerativas (EN) son una carga significativa para la salud pública, siendo la séptima causa de muerte en el mundo occidental (OMS, 2022). El estrés oxidativo (EO) y la inflamación crónica son factores comunes en estas enfermedades (Bloomingdale et al., 2022). A pesar de los tratamientos actuales, que solo proporcionan alivio parcial de los síntomas, se buscan alternativas como la dietoterapia con alimentos ricos en compuestos antioxidantes y antiinflamatorios (Bianchi et al., 2021). En este contexto, la milpa yucateca, un agrosistema con una amplia diversidad de alimentos vegetales, se presenta como una fuente potencial para tratar las EN (Uuh-Narváez et al., 2021).

Metodología: Se recolectaron 14 alimentos de las milpas de Tixmehuac (xpelon, achiote, maíz, moringa, calabaza, chile, pepino kat, pepino blanco, ciruela, saramuyo, zapote negro, zapote, taro y jícama) para preparar extractos etanólicos. Estos extractos fueron analizados para determinar su contenido de fenoles y flavonoides, así como su actividad antioxidante *in vitro* mediante los métodos de DPPH, ABTS y PFRAP. Se aplicó la prueba post hoc de Tukey para detectar diferencias significativas entre los extractos ($p < 0.05$).

Resultados: Los análisis revelaron que xpelon y achiote mostraron la mayor concentración de fenoles (mgAG/g) y flavonoides (mgCAT/g) totales. Ambos alimentos exhibieron más del 50% de actividad antioxidante en los ensayos, siendo xpelon el de mayor efecto.

Discusión: Estos resultados sugieren que xpelon (52.64 mgAG/g, 149.78 mgCAT/g) y achiote (26.84 mgAG/g, 180.36 mgCAT/g) son alimentos ricos en fenoles y flavonoides, respaldando su potencial como fuentes naturales de antioxidantes. La alta actividad antioxidante observada en ambos alimentos en los ensayos refuerza esta afirmación, destacando el xpelon.

Conclusiones: Los alimentos de la milpa maya yucateca, especialmente xpelon y achiote, contienen compuestos fenólicos con actividad antioxidante, lo que sugiere su posible papel como alimentos coadyuvantes en el tratamiento del EO en las EN.

Referencias:

Bianchi, V. E., Herrera, P. F., & Laura, R. (2021). Effect of nutrition on neurodegenerative diseases. A systematic review. *Nutritional Neuroscience*, 24(10), 810–834. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2019.1681088>



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

Bloomingdale, P., Karelina, T., Ramakrishnan, V., Bakshi, S., Véronneau-Veilleux, F., Moye, M., Sekiguchi, K., Meno-Tetang, G., Mohan, A., Maithreye, R., Thomas, V. A., Gibbons, F., Cabal, A., Bouteiller, J. M., & Geerts, H. (2022). Hallmarks of neurodegenerative disease: A systems pharmacology perspective. *CPT: Pharmacometrics and Systems Pharmacology*, 11(11), 1399–1429. <https://doi.org/10.1002/psp4.12852>

OMS. (2022). *HUMAN DEVELOPMENTS REPORT 2021/2022*. https://hdr.undp.org/system/files/documents/...report.../hdr2021-22pdf_1.pdf

Uuh-Narváez, J. J., González-Tamayo, M. A., & Segura-Campos, M. R. (2021). A study on nutritional and functional study properties of Mayan plant foods as a new proposal for type 2 diabetes prevention. *Food Chemistry*, 341(October 2020), 128247. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128247>

25



Facultad de Ingeniería Química

Coordinación del Posgrado Institucional
en Ciencias Químicas y Bioquímicas
picqb@correo.uady.mx www.picqb.uady.mx

Facultad de Química



Potencial antidiabético de extractos de distintos productos derivados de variedades de maíz (*Zea mays* L).

Francisco Alejandro Huitz Segovia^{1*}, Maira Rubi Segura Campos¹, Mónica Noel Sánchez González¹

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México.

*Correspondencia: a23220553@alumnos.uady.mx; huitz.segovia@gmail.com

No. de becario CONAHCYT: 1324421

Palabras clave: Diabetes, maíz, fenoles, flavonoides

Introducción. La diabetes mellitus (DM) es responsable de aproximadamente 2 millones de muertes anuales¹. En 2023, la DM tipo 2 fue la forma más común²⁻³. Aunque existen tratamientos farmacológicos, su accesibilidad puede estar limitada por factores socioeconómicos. Alternativas no farmacológicas, como la dietoterapia basada en alimentos funcionales, podría ser coadyuvante en su tratamiento⁴⁻⁵. En este sentido, el maíz, un alimento de la milpa maya, altamente consumido en México, se presenta como una alternativa con potencial antidiabético.

Metodología. Se recolectaron granos, masa y tortillas de maíz blanco y amarillo de Tixméhuac, Yucatán. Se realizó la extracción de compuestos fenólicos (CF) libres y unidos. Estos extractos fueron analizados para determinar su contenido de fenoles totales (FET) y flavonoides totales (FLT) según Narvaez et al.⁶.

Resultados. Para los FET libres y unidos (mg GAE/g), la masa y los granos provenientes de maíz blanco mostraron el mayor contenido, respectivamente. Del mismo modo, la masa y los granos de maíz blanco registraron la mayor concentración de FLT libres y unidos (mg CAT/g).

Discusión. Estos resultados son comparables a un estudio que determinó FET y FLT en maíz blanco y amarillo, donde el contenido fue ligeramente superior a los obtenidos en el análisis. Otro grupo de investigadores reportó contenido de FET y FLT en maíz amarillo, equiparables a los obtenidos⁸. En maíz blanco y amarillo, la concentración de CF unidos es mayor que la fracción libre⁹. La concentración de FET y FLT, depende de la especie de maíz, los factores bióticos y abióticos¹⁰, por lo que, la presencia de estos CF respalda el potencial antidiabético de los extractos evaluados¹¹.

Conclusiones. Los productos derivados de maíz blanco y amarillo de la milpa yucateca poseen concentraciones de CF que sugieren un potencial antidiabético, especialmente, en la fracción unida, donde la hidrólisis alcalina y nixtamalización favorecen su liberación.

Referencias

1. OMS (2023). Organización Mundial de la Salud: Diabetes. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

2. American Diabetes Association (2023). 2. Classification and diagnosis of diabetes: standards of care in diabetes—2023. *Diabetes care*, 46(Supplement_1), S19-S40.
3. International Diabetes Federation (2021) IDF Diabetes Atlas 10th edition. <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>
4. Marín-Peñalver, J. J., Martín-Timón, I., Sevillano-Collantes, C., & del Cañizo-Gómez, F. J. (2016). Update on the treatment of type 2 diabetes mellitus. *World journal of diabetes*, 7(17), 354.
5. Gothai, S., Ganesan, P., Park, S. Y., Fakurazi, S., Choi, D. K., & Arulselvan, P. (2016). Natural phyto-bioactive compounds for the treatment of type 2 diabetes: inflammation as a target. *Nutrients*, 8(8), 461.
6. Narvaez, J. J. U., Medina, U. U., Rodríguez, D. M., & Campos, M. R. S. (2023). Nutritional and functional properties of corn tortillas added with cabbage as an option for diabetes management. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, 100706.
7. Feregrino-Pérez, A. A., Mercado-Luna, A., Murillo-Cárdenas, C. A., González-Santos, R., Chávez-Servín, J. L., Vargas-Madriz, A. F., & Luna-Sánchez, E. (2024). Polyphenolic Compounds and Antioxidant Capacity in Native Maize of the Sierra Gorda of Querétaro. *Agronomy*, 14(1), 142.
8. Suriano, S., Balconi, C., Valoti, P., & Redaelli, R. (2021). Comparison of total polyphenols, profile anthocyanins, color analysis, carotenoids and tocopherols in pigmented maize. *Lwt*, 144, 111257.
9. de la Parra, C., Serna Saldivar, S. O., & Liu, R. H. (2007). Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn for production of masa, tortillas, and tortilla chips. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(10), 4177-4183.
10. Aguirre-Becerra, H., Vazquez-Hernandez, M. C., Saenz de la O, D., Alvarado-Mariana, A., Guevara-Gonzalez, R. G., Garcia-Trejo, J. F., & Feregrino-Perez, A. A. (2021). Role of stress and defense in plant secondary metabolites production. *Bioactive natural products for pharmaceutical applications*, 151-195.
11. Taha, M., Alrashedy, A. S., Almandil, N. B., Iqbal, N., Nawaz, M., Uddin, N., ... & Khan, K. M. (2021). Synthesis of indole derivatives as diabetics II inhibitors and enzymatic kinetics study of α -glucosidase and α -amylase along with their in-silico study. *International journal of biological macromolecules*, 190, 301-318.

Evaluación *in vitro* de la actividad antitrombótica de péptidos de chíá generados por fermentación microbiana

Lilia Guadalupe Tamayo Torres^{1*}, Rafael Antonio Rojas Herrera¹, Maira Rubi Segura Campos¹

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México.

A12003851@alumnos.uady.mx; torreslilia22@gmail.com.

*No. De becario CONAHCYT: 1325158.

Palabras clave: “Trombosis”, “Chía”, “Péptidos” y “Fermentación”.

Introducción: Las enfermedades cardiovasculares (EC) son la principal causa de mortalidad mundial, destacándose el infarto de miocardio, el accidente cerebrovascular y el tromboembolismo venoso como las patologías más prevalentes (Federation, 2023). La trombosis, que implica la formación de trombos en los vasos sanguíneos, es central en estas enfermedades (Koupenova, Kehrel, Corkrey, y Freedman, 2017). Los tratamientos anticoagulantes actuales presentan efectos secundarios adversos, lo que impulsa la búsqueda de alternativas dietéticas basadas en alimentos funcionales (Quintal Martínez y Campos, 2023). La semilla de chíá (*Salvia hispanica*) contiene proteínas con actividad antitrombótica prometedora (Ozón, Cotabarren, Valicenti, Graciela Parisi, y David Obregón, 2022), y la fermentación láctica puede mejorar la bioactividad de estos compuestos (Cruz-Casas *et al.*, 2021).

Metodología: Se obtuvieron semillas de chíá del estado de Jalisco, México, y se sometieron a extracción de mucílago, extracción de aceite, trituración y tamizado para obtener una harina rica en proteínas. Posteriormente, utilizando un método de solubilización alcalina y precipitación isoelectrónica de proteínas se obtuvo un extracto proteico de chíá (EPCh). El EPCh se analizará para medir su concentración de proteínas antes de su uso en la fermentación láctica. Luego, se evaluará la actividad antitrombótica de los péptidos generados por fermentación, identificando los de mayor actividad mediante cromatografía líquida y espectrometría de masas.

Resultados: En esta etapa del estudio, se ha logrado obtener el EPCh a partir de las semillas, mediante una secuencia de procesos de extracción. En los experimentos subsecuentes se espera obtener péptidos con actividad antitrombótica *in vitro*. Asimismo, identificar los péptidos con mayor potencial antitrombótico y caracterizar su estructura.

Conclusiones: Este estudio explora el potencial de la fermentación láctica para producir péptidos de chíá con mayor actividad antitrombótica. Los resultados podrían respaldar el uso

de estos péptidos como una alternativa natural para prevenir y tratar la trombosis, impulsando el desarrollo de nuevas estrategias dietéticas para abordar enfermedades cardiovasculares.

Referencias:

- Cruz-Casas, D. E., Aguilar, C. N., Ascacio-Valdés, J. A., Rodríguez-Herrera, R., Chávez-González, M. L., & Flores-Gallegos, A. C. (2021). Enzymatic hydrolysis and microbial fermentation: The most favorable biotechnological methods for the release of bioactive peptides. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 3, 100047. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100047>
- Federation, W. H. (2023). *World Heart Report 2023: Confronting the World's Number One Killer*. World Heart Federation Geneva, Switzerland.
- Koupenova, M., Kehrel, B. E., Corkrey, H. A., & Freedman, J. E. (2017). Thrombosis and platelets: an update. *European Heart Journal*, 38(11), 785–791. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw550>
- Ozón, B., Cotabarren, J., Valicenti, T., Graciela Parisi, M., & David Obregón, W. (2022). Chia expeller: A promising source of antioxidant, antihypertensive and antithrombotic peptides produced by enzymatic hydrolysis with Alcalase and Flavourzyme. *Food Chemistry*, 380, 132185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132185>
- Quintal Martínez, J., & Campos, M. (2023). Bioactive Compounds and Functional foods as coadjuvant therapy for thrombosis. *Food & Function*, 14. <https://doi.org/10.1039/D2FO03171J>

Estudio de la capacidad de reprogramación de células de la cavidad oral mediante el silenciamiento génico de *SUV39H1* y *DNMT1* a través de ARN de interferencia

Marco Antonio López Sansebastian ^{1*}, Carrillo-Cocom Leydi M.¹, Nic-Can Geovanny I.^{2,3}

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

²Laboratorio Traslacional de Células Troncales de Origen Bucal, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 61A x 90 y 92. Mérida, Yucatán, CP 97000.

³CONACYT-Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

*Correspondencia:

A22220552@alumnos.uady.mx

*Número de becario CONAHCYT: CVU 1218309

Palabras clave: Células troncales de pulpa dental, Epigenética, Reprogramación celular.

RESUMEN:

Introducción: La obtención de células madre pluripotentes inducidas es una herramienta prometedora en medicina regenerativa. Sin embargo su obtención es ineficiente debido a la memoria epigenética de las células ^{1,2,3}. Aquí se propone estudiar el silenciamiento genético de *SUV39H1* y *DNMT1* mediante ARN de interferencia (*knock-down*, KD) en células de pulpa dental humana (CPD) y ligamento periodontal (CLP) para mejorar la eficiencia de reprogramación celular ⁴.

Metodología: Cultivos primarios de células CPD y CLP fueron caracterizados por citometría de flujo y capacidad trilineaje. Ambas líneas celulares bajo condiciones de KD de *SUV39H1* y *DNMT1* fueron inducidas a pluripotencia en medio de cultivo TeSR7-E7TM documentando los cambios morfológicos y moleculares por microfotografías y qPCR, respectivamente.

Resultados: Las CPD y CLP exhibieron características mesenquimales y capacidad trilineaje. El KD contra *SUV39H1* y *DNMT1* mostró una reducción del 70 % en la expresión de ambos genes y mejoró la expresión de los factores Yamanaka únicamente en las CPD, donde se observaron cambios morfológicos similares a la transición mesenquimal-epitelial, probablemente por un incremento en la expresión de *SOX2* y *NANOG*.

Discusión: Las líneas celulares analizadas presentan características de células mesenquimales. Aunque las CPD parecen ser más responsivas a las condiciones de reprogramación, su aparente tendencia hacia el linaje neural puede ser explicado por el origen de dichas células en la cresta neural, lo que concuerda con el aumento en la expresión de *SOX2*, uno de los principales marcadores neurales ⁵.

Conclusiones: El KD de *SUV39H1* y *DNMT1* en las CPD permitió una mejor expresión de los factores Yamanaka, denotando que la presencia de barreras epigenéticas represivas impiden



la reprogramación celular, ya que, al interferir con la traducción del RNA mensajero de *SUV39H1* y *DNMT1* mediante el RNAi, se facilita la expresión de genes asociados a la pluripotencia que podría promover la transición mesenquimal-epitelial.

Referencias:

1. Nicetto, et al., (2019). H3K9me3-heterochromatin loss at protein-coding genes enables developmental lineage specification. *Science*, 363(6424), 294-297.
2. Edwards, J. et al., (2017). DNA methylation and DNA methyltransferases. *Epigenetics & Chromatin*, 10(1), 1-10.
3. Takahashi, K., & Yamanaka, S. (2006). Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell*, 126(4), 663-676.
4. Ang, Y. et al., (2011). Stem cells and reprogramming: breaking the epigenetic barrier?. *Trends in pharmacological sciences*, 32(7), 394-401.
5. Pisciotta, A. et al., (2020). Neural crest derived stem cells from dental pulp and tooth-associated stem cells for peripheral nerve regeneration. *Neural Regeneration Research*, 15(3), 373.



Evaluación de la participación de las dioxigenasas de ADN TEN-ELEVEN TRANSLOCATION durante la inducción adipogénica de células troncales de la pulpa dental.

Meshoulam-Alamilla Max ^{1*}, Rojas-Herrera Rafael ¹, Nic-Can Geovanny I. ^{2,3}.

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

² Laboratorio Traslacional de Células Troncales de Origen Bucal, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 61A x 90 y 92. Mérida, Yucatán, CP 97000.

³ CONACYT-Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

*Correspondencia:

A23220554@alumnos.uady.mx; m.meshoulam.a@gmail.com

*Número de becario CONAHCYT: CVU 1318583

Palabras clave: Adipogénesis, Células troncales de pulpa dental, Metilación del ADN.

RESUMEN:

Introducción:

Durante la diferenciación adipogénica de células troncales, diversos factores son regulados epigenéticamente mediante metilación del ADN. Por esto, la modulación de las enzimas responsables de la desmetilación del ADN como las TEN-ELEVEN TRANSLOCATION 1-3 (TET1-3), podrían apoyar al entendimiento de la diferenciación adipogénica en líneas celulares no comprometidas que derivan del ectodermo como las células troncales de pulpa dental (CTPD).

Metodología:

Las CTPDs fueron inducidas hacia la adipogénesis durante 15 días. Las vacuolas lipídicas de los adipocitos fueron detectados con aceite rojo O, mientras que los genes adipogénicos fueron confirmados mediante PCR. Además, los plásmidos que contienen a los genes TET1-3, fueron utilizados para la inducción de la sobreexpresión mediante lipofectamina 3000 y analizados por qPCR 72 horas posteriores a la transfección. Los resultados de expresión se analizaron mediante ANOVA de una vía utilizando el software GraphPad Prism para detectar diferencias significativas respecto al control ($\alpha=0.05$).

Resultados:

La modificación del medio de cultivo genera una mayor diferenciación de las CTPDs hacia la adipogénesis, corroborados por la tinción de las vacuolas lipídicas y la expresión positiva de genes asociados a dicho proceso. Se encontró también que la sobreexpresión de TET-3 parece inducir significativamente mayores niveles de TET-1 y -2, comparado con el control.

Discusión:

Contrario a lo reportado en literatura, se ha encontrado una respuesta adipogénica ~80% en CTPDs debido a una modificación del estímulo adipogénico, corroborado por la expresión de genes asociados al linaje adipogénico confirma lo observado mediante la tinción de los adipocitos. Asimismo, se ha encontrado que la inducción de TET-3 parece inducir la expresión de TET-1 y -2 cuando son sobreexpresados a las 72 h.

Conclusiones:

Se cuenta con el modelo biológico para determinar el papel de la dinámica de metilación de ADN mediada por las metil-transferasas y las desmetilasas de ADN durante el proceso adipogénico.

Referencias:

- Argaez-Sosa, A. A., Rodas-Junco, B. A., Carrillo-Cocom, L. M., Rojas-Herrera, R. A., Coral-Sosa, A., Aguilar-Ayala, F. J., Aguilar-Pérez, D., & Nic-Can, G. I. (2022). Higher Expression of DNA (de)methylation-Related Genes Reduces Adipogenicity in Dental Pulp Stem Cells. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.791667>.
- Balam-Lara, J. A., Carrillo-Cocom, L. M., Rodas-Junco, B., Lizama, L. V., & Nic-Can, G. (2023). TEN ELEVEN TRANSLOCATION 2 (TET2) Improves the Adipogenic Potential of Dental Pulp Stem Cells. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 67(3), 305–313. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v67i3.2057>.
- Cakouros, D., Hemming, S., Gronthos, K., Liu, R., Zannettino, A., Shi, S., & Gronthos, S. (2019). Specific functions of TET1 and TET2 in regulating mesenchymal cell lineage determination. *Epigenetics and Chromatin*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13072-018-0247-4>.
- Damal Villivalam, S., You, D., Kim, J., Lim, H. W., Xiao, H., Zushin, P. J. H., Oguri, Y., Amin, P., & Kang, S. (2020). TET1 is a beige adipocyte-selective epigenetic suppressor of thermogenesis. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18054-y>.
- Nic-Can, G. I., Rodas-Junco, B. A., Carrillo-Cocom, L. M., Zepeda-Pedreguera, A., Peñaloza-Cuevas, R., Aguilar-Ayala, F. J., & Rojas-Herrera, R. A. (2019). Epigenetic Regulation of Adipogenic Differentiation by Histone Lysine Demethylation. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(16), 3918. <https://doi.org/10.3390/ijms20163918>.
- Qian, H., Zhao, J., Yang, X., Wu, S., An, Y., Qu, Y., Li, Z., Ge, H., Li, E., & Qi, W. (2021). TET1 promotes RXR α expression and adipogenesis through DNA demethylation. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1866(6). <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2021.158919>.
- Rodas-Junco, B. A., Canul-Chan, M., Rojas-Herrera, R. A., de-la-Peña, C., & Nic-Can, G. I. (2017). Stem cells from dental pulp: What epigenetics can do with your tooth. En *Frontiers in Physiology* (Vol. 8, Número DEC). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.0099>.
- Yano, N., & Fedulov, A. V. (2023). Targeted DNA Demethylation: Vectors, Effectors and Perspectives. En *Biomedicines* (Vol. 11, Número 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051334>.

Análisis de la acetilación de H3K9 en células troncales del ligamento periodontal durante la adipogénesis

Julio A. Montero-Del toro ^{1,2}, Angélica A. Serralta-Interian ^{1,2}, Geovanny I. Nic-Can ³, Rodrigo A. Rivera Solís ¹, Beatriz A. Rodas-Junco ^{2,3,*}

¹ Laboratorio Traslacional de Células Troncales de la Cavidad Bucal. Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Yucatán, calle 61A x 90 y 92. Mérida, Yucatán, C.P. 97000.

² CONAHCYT- Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C.P. 97203

A11003655@alumnos.uady.mx (No. de becario CONAHCYT: 1241030)

Palabras clave: Células troncales, H3K9ac, ácido valproico, tricostatina A.

INTRODUCCIÓN

Comprender el control epigenético de la adipogénesis es crucial para abordar enfermedades metabólicas^{1,2}. El presente estudio analiza la acetilación en H3K9ac y como los inhibidores epigenéticos, el VPA y la TSA afectan la H3K9 durante la adipogénesis en células troncales del ligamento periodontal.

METODOLOGÍA

Las células fueron tratadas con 8 mM VPA y 100 nM TSA por 72 h antes de inducir adipogénesis por 28 días. Se evaluó la deposición lipídica, acetilación de H3K9, expresión de *PPARγ-2* y enriquecimiento de H3K9 en regiones promotoras.

RESULTADOS

VPA demostró iniciar de forma más temprana la inducción adipogénica, pero sin cambios significativos en la deposición de lípidos hacia el final del proceso (día 28). Por otro lado TSA provocó una mayor acumulación de lípidos en el día 28. Picos de acetilación de H3K9 ocurrieron en días 0 y 14, ligados a aumentos en *PPARγ-2*. Expresión de *PPARγ-2* más alta en día 7 con VPA y día 14 con TSA. El enriquecimiento de H3K9ac en la región promotora de *PPARγ-2* fue mayor en día 0 con VPA respecto, mientras en el día 14 fue mayor con TSA.

DISCUSIÓN

El tratamiento con los inhibidores demostró incidir sobre regiones genómicas implicadas en la región promotora de *PPARγ-2* favoreciendo el proceso adipogénico, donde VPA tuvo efecto temprano en *PPARγ-2*, mientras TSA fue más tardío pero con mayor acumulación lipídica.

CONCLUSIÓN

El tratamiento con los inhibidores demostró incidir sobre regiones genómicas implicadas en la región promotora de *PPARγ-2* favoreciendo el proceso adipogénico, donde TSA condujo a una mayor eficiencia de inducción adipogénica.

REFERENCIAS



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

- ¹ Rodas-Junco, B. A., Canul-Chan, M., Rojas-Herrera, R. A., De-la-Peña, C., & Nic-Can, G. I. (2017). Stem cells from dental pulp: What epigenetics can do with your tooth. *Frontiers in Physiology*, 8, 899. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00999>
- ² Wang, F. S., Chen, Y. S., Ko, J. Y., Kuo, C. W., Ke, H. J., Hsieh, C. K., Wang, S. Y., Kuo, P. C., Jahr, H., & Lian, W. S. (2020). Bromodomain Protein BRD4 Accelerates Glucocorticoid Dysregulation of Bone Mass and Marrow Adiposis by Modulating H3K9 and Foxp1. *Cells*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/cells9061500>



Estudio de la inducción de la reprogramación celular mediante la sobreexpresión de reguladores epigenéticos en células troncales de la pulpa dental

Ulíbarri-Viniegra Valeria^{1*}, Carrillo-Cocom Leydi M.¹, Nic-Can Geovanny I.^{2,3}

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

²Laboratorio Traslacional de Células Troncales de Origen Bucal, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 61A x 90 y 92. Mérida, Yucatán, CP 97000.

³CONACYT-Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

A14001700@alumnos.uady.mx; valeriaulibbarri@hotmail.com

*Número de becario CONAHCYT: CVU 1322351

Palabras clave: Células troncales de pulpa dental, Epigenética, Reprogramación celular.

RESUMEN:

Introducción: Las células troncales derivadas de la pulpa dental (CTPD) podrían considerarse candidatas ideales para la generación de células pluripotentes inducidas (iPSC) por sus características asociadas a la desdiferenciación celular¹. Sin embargo, la inducción de pluripotencia en las CTPD es ineficiente debido a la existencia de barreras epigenéticas². Por lo tanto, el uso de moduladores epigenéticos podría facilitar la desdiferenciación celular al establecer un ambiente permisible que module la expresión génica.

Metodología: Las CTPD fueron sometidas a la sobreexpresión de moduladores epigenéticos (*KDM4A* y *TET1*) y factores transcripcionales (*OCT4* y *SOX2*), y se evaluó la ganancia en la expresión génica a las 72 horas mediante qPCR. Posteriormente, las CTPD transfectadas fueron inducidas a pluripotencia y monitoreadas para observar los cambios morfológicos. Los resultados de la expresión, fueron utilizadas para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos mediante la prueba de t de Student usando el software GraphPad Prism ($p < 0.05$).

Resultados: A pesar de ganancia en la expresión de los genes asociados a la pluripotencia, se encontró que el pretratamiento para iniciar la reprogramación celular conlleva a la generación de adipocitos. Por lo tanto, se seleccionaron dos medios y una combinación de 4 genes (*KDM4A*, *TET1*, *OCT4* y *SOX2*) para inducir la pluripotencia, los cuales parecen favorecer la desdiferenciación celular.

Discusión: Los resultados generan controversia en el campo de las CTPD debido a la dificultad asociada con la formación de adipocitos en este tejido, mientras que la combinación de factores transcripcionales y remodeladores de cromatina parecen ser esenciales para la desdiferenciación celular.



Conclusiones: La modificación del paisaje epigenético puede activar o reprimir la actividad transcripcional, modificando la decisión celular. Por lo tanto, la combinación de efectores epigenéticos puede reactivar diversos programas como el adipogénico, pero en combinación con factores transcripcionales pioneros (OCT4) podrían activar el programa pluripotente.

Referencias:

Mercado-Rubio, M. D., Pérez-Argueta, E., Zepeda-Pedreguera, A., Aguilar-Ayala, F. J., Peñaloza-Cuevas, R., Kú-González, A., Rojas-Herrera, R. A., Rodas-Junco, B. A., y Nic-Can, G. I. (2021). Similar Features, Different Behaviors: A Comparative In Vitro Study of the Adipogenic Potential of Stem Cells from Human Follicle, Dental Pulp, and Periodontal Ligament. *Journal of Personalized Medicine* 2021, Vol. 11, Page 738, 11(8), 738. <https://doi.org/10.3390/JPM11080738>

Soda, M., Saitoh, I., Murakami, T., Inada, E., Iwase, Y., Noguchi, H., Shibasaki, S., Kurosawa, M., Sawami, T., Terunuma, M., Kubota, N., Terao, Y., Ohshima, H., Hayasaki, H., y Sato, M. (2019). Repeated human deciduous tooth-derived dental pulp cell reprogramming factor transfection yields multipotent intermediate cells with enhanced iPS cell formation capability. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37291-2>



Impacto de Inhibidores de ácidos grasos de cadena corta en la Adipogénesis de Células Troncales Mesenquimales de ligamento periodontal.

Torres Nájera Anahí^{1,2}, Serralta Interían Angélica^{1,2}, Rivera Solís Rodrigo¹, Rodas Junco Beatriz Adriana^{2,3}

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

² Laboratorio Traslacional de Células Troncales de la Cavity Bucal, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Yucatán, calle 61A x 90 y 92. Mérida, Yucatán, CP 97000.

³ CONAHCYT- Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte Kilómetro 33.5, Mérida, Yucatán, CP 97203

a17115693@alumnos.uady.mx., anahitorrez88@hotmail.com y No. de becario CONAHCYT: 1323464

Palabras clave: Adipogenesis, Epigenetica, Células troncales, acetilación.

Introducción: Las células troncales mesenquimales de ligamento periodontal (CTMLP) pueden investigar la adipogénesis por su capacidad de diferenciación. Aunque se desconocen los factores involucrados, se reconoce que *PPAR γ* tiene un papel central. Inhibidores epigenéticos, como el butirato de sodio (NaBu) y el ácido valproico (VPA), inhiben las histonas desacetilasas de clase I^{1,2}, causando la hiperacetilación de la histona H3 en K9^{3,4}, favoreciendo la expresión de *PPAR γ* ⁵. Se decidió investigar su efecto en la adipogénesis, utilizando CTMLP.

Metodología: Para los experimentos, se emplearon CTMLP a una concentración de 7×10^3 células/mL y se expusieron a NaBu (1 mM, 2 mM y 5 mM) y VPA (1 mM, 4 mM y 8 mM) durante 72 horas. La proliferación celular se evaluó con el ensayo de MTT y la expresión de genes adipogénicos mediante qPCR. Tras la incubación con los inhibidores, se indujo la adipogénesis al cambiar el medio por uno adipogénico. Se registró la diferenciación celular durante 14 días y luego se tiñeron las CTMLP con rojo oleoso.

Resultados: La proliferación de las CTMLP disminuyó con 8 mM de VPA, pero se mantuvo estable con 5 mM de NaBu. Al evaluar la expresión de genes adipogénicos post-tratamiento, se observó que la expresión de *C/EBP β* disminuyó con VPA y NaBu, mientras que NaBu aumentó *PPAR γ* y *ADIPOQ*. Durante la adipogénesis, se observaron vacuolas lipídicas en concentraciones crecientes de los inhibidores, aunque en mayor cantidad en el grupo de control.

Discusión: Los resultados con NaBu coinciden con la literatura, mostrando que concentraciones superiores a 0.5 mM aumenta la expresión de genes adipogénicos en preadipocitos de pollo⁶. Al igual que con el tratamiento con VPA, ya que reportes indican una disminución en la formación de vacuolas lipídicas en células troncales mesenquimales derivadas de las amígdalas⁷.

Conclusión: Los datos sugieren que NaBu podría estimular la adipogénesis al aumentar la respuesta temprana de *PPAR γ* , a diferencia del VPA.

Referencias:

1. Lipska, K.; Gumieniczek, A.; Filip, A. Anticonvulsant Valproic Acid and Other Short-Chain Fatty Acids as Novel Anticancer Therapeutics: Possibilities and Challenges. *Acta Pharm.* 2020, 70(3), 291-301. DOI: 10.2478/acph-2020-0021.
2. Hou, J.; Xu, J.; Liu, Y.; Zhang, H.; Wang, S.; Jiao, Y.; Guo, L.; Li, S. Sodium Butyrate Inhibits Osteogenesis in Human Periodontal Ligament Stem Cells by Suppressing Smad1 Expression. *BMC Oral Health* 2022, 22(1), 301. DOI: 10.1186/s12903-022-02255-6.
3. Yu, Y.; Oh, S. Y.; Kim, H. Y.; Choi, J. Y.; Jo, S. A.; Jo, I. Valproic Acid-Induced CCN1 Promotes Osteogenic Differentiation by Increasing CCN1 Protein Stability through HDAC1 Inhibition in Tonsil-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Cells* 2022, 11(3), 534. DOI: 10.3390/cells11030534.
4. Ye, Q.; Zeng, X.; Wang, S.; Zeng, X.; Yang, G.; Ye, C.; Cai, S.; Chen, M.; Li, S.; Qiao, S. Butyrate Drives the Acetylation of Histone H3K9 to Activate Steroidogenesis through PPAR γ and PGC1 α Pathways in Ovarian Granulosa Cells. *FASEB J.* 2021, In Press. doi: [En prensa].
5. Lee, J.-E.; Schmidt, H.; Lai, B.; Ge, K. Transcriptional and Epigenomic Regulation of Adipogenesis. *Mol. Cell. Biol.* 2019, 39(8), e00601-18. doi: 10.1128/MCB.00601-18.
6. Zhao, L.; Liu, S.; Zhang, Z.; Zhang, J.; Jin, X.; Zhang, J.; Jiang, W.; Li, H.; Lin, H. Low and High Concentrations of Butyrate Regulate Fat Accumulation in Chicken Adipocytes via Different Mechanisms. *Adipocyte* 2020, 9(1), 120–131. doi: 10.1080/21623945.2020.1738791.
7. Yu, Y.; Oh, S.-Y.; Kim, H.Y.; Choi, J.-Y.; Jo, S.A.; Jo, I. Valproic Acid-Induced CCN1 Promotes Osteogenic Differentiation by Increasing CCN1 Protein Stability through HDAC1 Inhibition in Tonsil-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Cells* 2022, 11, 534. <https://doi.org/10.3390/cells11030534>

Sorción de Ivermectina en fase textil de polipropileno recubierto por sol-gel a partir de polidimetilsiloxano-cianopropiltrióxido

López Chan Diana Lin-yu, Muñoz Rodríguez David, Pérez Padilla Yamile

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5.

Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97302.

A14003902@alumnos.uady.mx , linga98@gmail.com, No. Becario: 1325110

Palabras clave: FPSE; Ivermectina; Extracción; pretratamiento analítico

40

Introducción El pretratamiento de la muestra es un paso necesario ya que las interferencias de la matriz de la muestra pueden reducir el desempeño y rendimiento del instrumento analítico. Para aislar y pre-concentrar los analitos antes de su medición instrumental se han desarrollado técnicas de extracción que usan materiales adsorbentes^{1,2}. En 2014 surgió la extracción por sorción en fase textil (FPSE, por sus siglas en inglés)³ que utiliza como sorbentes textiles (naturales o sintéticas) después de su modificación química para extraer los analitos de muestras acuosas. Después de la extracción, los analitos se desorben del material en un volumen relativamente pequeño de solvente orgánico (< 1 mL).^{4-6,1}

El objetivo de este estudio es desarrollar un nuevo material adsorbente a partir de polipropileno proveniente del cubrebocas KN95 recubierto con un polímero híbrido PDMS-OH-(3-CNPTEOS) para la extracción de ivermectina de leche y suero bovino por FPSE. Los aspectos innovadores del estudio son la combinación del polímero descrito con el polipropileno como textil y la extracción de lactonas macrocíclicas de matrices líquidas ya que se ha reportado⁷⁻⁹ su presencia en matrices biológicas animales.

Metodología Para la obtención de la fase textil adsorbente, fibras de polipropileno (3 capas) se cortaron en fragmentos de 9 cm² y se limpiaron con NaOH (1 M) y HCl (0.1 M), para posteriormente ser recubiertas por dipcoating con una solución polimérica PDMS-OH-(3-CNPTEOS) obtenida por sol-gel y curadas en horno de vacío hasta 160 °C para la total eliminación de disolventes.

Resultados y conclusiones Las tres capas utilizadas mostraron a través del estereoscopio diferentes entramados, los resultados de FTIR mostraron que las capas son polipropileno; el ángulo de contacto confirmó el carácter hidrofóbico de cada capa, así como su dependencia al entramado. Los textiles recubiertos mostraron estabilidad variada al ser sometidos a diversos disolventes y soluciones con diferentes pH's

Referencias

1. Kamal, D.; Nandini Chauhan, D.; Singh Chauhan, N.; Locatelli, M.; Rosato, E.; Bonelli, M.; Ibrahim Ulusoy, H.; Kabir, A.; Ali, I.; Savini, F.; de Grazia, U.; Samanidou, V.; Tartaglia, A. Modern Green Extraction Techniques. In *Sustainable Approaches in Pharmaceutical Sciences*; **2023**. <https://doi.org/10.1002/9781119889878.ch3>
2. Sargazi, M.; Hossein Hashemi, S.; Kaykhani, M. Modern Sample Preparation Techniques: A Brief Introduction. *Sample Preparation Techniques for Chemical Analysis*, **2021**, October 2021. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100715>



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

3. Kabir, A.; Furton, K. G. Fabric Phase Sorptive Extractors (FPSE). U.S. Patent US 20140274660A1, **2014**.
4. Fontanals, N.; Borrull, F.; Marcé, R. M. Advances in Sample Preparation: Fabric Phase Sorptive Extraction for Environmental Samples. **2023**, (November 2022). <https://doi.org/10.1016/j.sampre.2022.100050>
5. Kabir, A.; Mesa, P. D. R.; Sc, B.; Blanco, R.; Bode, M. A.; Khajanchi, N.; Kenneth, G.; Ph, D. Diversified Applications of Fabric Phase Sorptive Extraction Media: From Field Sampling to Long-Term Analytes Storage. **2015**.
6. Kabir, A.; Samanidou, V. Fabric Phase Sorptive Extraction: A Paradigm Shift Approach in Analytical and Bioanalytical Sample Preparation. *Molecules* **2021**, 26 (4), 865. DOI: 10.3390/molecules26040865.
7. Crooks, S. R. H.; Ross, P.; Thompson, C. S.; Haggan, S. A.; Elliott, C. T. Detection of Unwanted Residues of Ivermectin in Bovine Milk by Dissociation-Enhanced Lanthanide Fluoroimmunoassay. *Luminescence* **2000**, 15 (6), 371–376. [https://doi.org/10.1002/1522-7243\(200011/12\)15:6<371::aid-bio622>3.0.co;2-7](https://doi.org/10.1002/1522-7243(200011/12)15:6<371::aid-bio622>3.0.co;2-7)
8. Machado, S. de T. Z.; Rezende, A. R. Development of HPLC-Fluorescence Method for the Determination of Ivermectin Residues in Commercial Milk. *J. Exp. Food Chem.* **2016**, 2 (01). <https://doi.org/10.4172/2472-0542.1000107>
9. Slanina, P.; Kuivinen, J.; Ohlsén, C.; Ekström, L. G. Ivermectin Residues in the Edible Tissues of Swine and Cattle: Effect of Cooking and Toxicological Evaluation. *Food Additives Contam.* **1989**, 6 (4), 475–481. <https://doi.org/10.1080/02652038909373807>



Evaluación de microesferas de alginato compuestas de nanotubos de titanio como material adsorbente.

Osorno-Montejo, C. A., Barron, Zambrano, J.A. y Carrera, Figueiras C.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: a16123013@alumnos.uady.mx, cesar.osornom@gmail.com, No. De Becario CONAHCYT: 1235810.

Palabras clave: adsorción, nanotubos, caracterización, microesferas PVA/ALGINATO

Introducción: Los materiales nanoestructurados han estado ganando interés debido a sus diversas propiedades fisicoquímicas de naturaleza catalítica, electrónica, magnética, mecánica, óptica y adsorbentes. Son usados ampliamente en diversas tecnologías como la purificación del aire y agua, fotocátalisis, sensores de gas, celdas solares de alto efecto y dispositivos microelectrónicos. Por otra parte, en años recientes los polímeros naturales como el alginato han demostrado tener diversas aplicaciones medioambientales. Además al modificarlos con nanopartículas se mejoran sus propiedades mecánicas, eléctricas y biomédicas. Las aplicaciones de los composites de alginato dependen de la naturaleza del nanocompuesto. Los nanocompuestos de alginato a base de titanatos mejoran su estructura y propiedades de adsorción¹. El objetivo de este trabajo es sintetizar microesferas de hidrogel de alginato compuestas de nanotubos de titanio para evaluar sus propiedades como adsorbente de azul de metileno y plomo en medios acuosos. **Metodología:** La síntesis de los nanotubos de titanio se llevó a cabo por la vía hidrotermal, una vez obtenidos, los nanotubos de titanio se agregaron a una solución de alginato de sodio y alcohol polivinílico para la formación de las microesferas, por último, se caracterizaron y evaluaron sus propiedades como adsorbentes de contaminantes en soluciones acuosas. **Resultados y discusión:** Se obtuvo el área superficial y tamaños definidos en las microesferas. Estas características fueron obtenidas mediante los resultados de la caracterización y se obtuvo el perfil de adsorción de contaminantes en muestras acuosas. Las microesferas Alg/PVA demostraron un alto rendimiento para adsorción de colorante, en el caso del plomo demostraron una adsorción de bajo rendimiento. **Conclusiones:** Este trabajo sienta las bases para el desarrollo de materiales adsorbentes basados en polímeros naturales y nanomateriales, que pueden contribuir significativamente a la mitigación de la contaminación ambiental y a la obtención de agua de calidad para el consumo humano y el uso industrial.²

Referencias

(1) Liu, N.; Chen, X.; Zhang, J.; Schwank, J. W. A Review on TiO₂-Based Nanotubes Synthesized via Hydrothermal Method: Formation Mechanism, Structure Modification, and Photocatalytic Applications. *Catal Today* 2014, 225, 34–51. <https://>



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

doi.org/10.1016/j.cattod.2013.10.090.

(2) Zhang, M. K.; Zhang, X. H.; Han, G. Z. Magnetic Alginate/PVA Hydrogel Microspheres with Selective Adsorption

Performance for Aromatic Compounds. Sep Purif Technol 2022, 278. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.119547>.



Incorporación de MOF en membranas electrohiladas de pan para la remoción de tintes en medios acuosos

Autores: **Alayola-Caceres, F. A.**, Avila-Ortega, A. y Estrella-Gutierrez, M. A.

Dirección: Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: fernandoalayola@gmail.com, a16123028@alumnos.uady.mx, CVU No. 1245549.

Palabras clave: MOF, Electrohilado, Tintes, Adsorción

1. Introducción

La industria textil utiliza ampliamente tintes sintéticos para dar color a prendas y telas para el hogar. Sin embargo, estos tintes contribuyen a la contaminación del agua cuando son descartados en aguas residuales, afectando la calidad del agua y la vida acuática ya sea mediante el aumento de turbidez o la alteración del equilibrio químico. Para abordar este problema, se investigan métodos de remoción de tintes, como la adsorción con materiales porosos, incluyendo membranas electrohiladas de poliacrilonitrilo y estructuras metal-orgánicas (MOF). Estos materiales ofrecen propiedades favorables, como una gran área superficial y capacidad de modificación. La incorporación de nanopartículas de metales, como FeCl_3 en membranas electrohiladas de PAN, ha demostrado mejorar la capacidad de adsorción. Por lo cual, en este trabajo se plantea incorporar MOF-Cu-BDC en membranas electrohiladas de PAN para su evaluación como posibles adsorbentes de RB5 y RhB en medio acuoso.

2. Metodología

Se sintetizó la membrana electrohilada híbrida de PAN usando MOF sintetizado por microondas y luego fue funcionalizada adaptando la metodología previamente reportada¹. Se evaluó el potencial como adsorbente de tintes de ambas mediante cinéticas de adsorción, isothermas y pruebas de pH.

3. Resultados y Discusión

Se obtuvieron ambas membranas, así como el pH ideal para la adsorción, sus respectivas cinéticas de adsorción y modelos de isoterma para el RB5 con la membrana funcionalizada. Para la membrana híbrida no se obtuvieron las cinéticas e isothermas debido a la nula adsorción de ambos tintes.

4. Conclusiones

Se incorporó el MOF Cu-BDC a la membrana y se funcionalizó. Se evaluaron como adsorbentes ambas membranas. La membrana híbrida tuvo nula adsorción de ambos tintes y la membrana funcionalizada tuvo un porcentaje de remoción del 65 de RB5 y nula adsorción de la RhB.

5. Referencias

(1) Patel, S.; Hota, G. Adsorptive Removal of Malachite Green Dye by Functionalized Electrospun PAN Nanofibers Membrane. *Fibers and Polymers* **2014**, *15* (11), 2272–2282. <https://doi.org/10.1007/s12221-014-2272-7>.

Elaboración de un sustrato polimérico a base de PET reciclado modificado con nanopartículas de óxido de zinc con potencial aplicación hidrofílica.

Rosas-Barrera, C. E., Coral-Martínez, T. y González-Chan, I. J.

Contacto: A16123021@alumnos.uady.mx, rosas.carlos1003@gmail.com, No. Becario CONAHCYT 1243356

Palabras clave: Tereftalato de polietileno, inversión de fase, emulsión agua - aceite, óxido de zinc.

45

Introducción.

El crecimiento poblacional ha incrementado la generación de residuos, como las botellas de tereftalato de polietileno (PET). Una alternativa para su aprovechamiento es la elaboración de membranas, potenciadas con nanotecnología, como el óxido de zinc (ZnO), un nanomaterial hidrofílico. El objetivo principal es crear una membrana híbrida de PET reciclado con nanopartículas de ZnO para mejorar la separación de emulsiones agua-aceite.

Metodología.

Se recolectaron y limpiaron botellas PET, posteriormente se cortaron y disolvieron en fenol. Se utilizó la metodología de inversión de fase para crear una membrana coagulada en etanol al 83%. Se fabricaron cuatro membranas con diferentes concentraciones de ZnO (0, 10, 20 y 30%). Se caracterizaron mediante FTIR, SEM-EDS, UV-Vis y ángulo de contacto con agua. Finalmente, se evaluó su eficiencia en la separación de emulsiones agua-aceite usando filtración por gravedad y análisis UV-Vis.

Resultados.

Las membranas mostraron una capa densa de polímero en la superficie y una estructura porosa con ZnO incrustado. El análisis FTIR y UV-Vis confirmaron la presencia de PET y ZnO. Los ángulos de contacto de hasta 66° indicaron superficies hidrofílicas. La membrana con 10% de ZnO mostró una eficiencia de separación superior al 40%, comparada con el 31% de la membrana sin ZnO.

Discusión.

La adición de ZnO modificó la estructura interna y el ángulo de contacto de las membranas, mejorando la eficiencia de separación gracias al efecto hidrofílico del ZnO. Esto se debe a que el ZnO influye en la difusión dentro de la membrana durante su formación en etanol.

Conclusiones.

La integración de nanopartículas de ZnO en membranas de PET reciclado mejoró la eficiencia de separación de emulsiones agua-aceite, alcanzando cerca del 40% con solo un 10% de ZnO. No se requiere una alta concentración de ZnO, ya que podría obstruir el transporte de la emulsión en la membrana.

Referencias:

- (1) Lebreton, L. C. M.; Van Der Zwet, J.; Damsteeg, J. W.; Slat, B.; Andrady, A.; Reisser, J. River Plastic Emissions to the World's Oceans. *Nat Commun* 2017, 8 (September), 3–4. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>.
- (2) Cadore, Í. R.; Ambrosi, A.; Cardozo, N. S. M.; Tessaro, I. C. Poly(Ethylene Terephthalate) Phase Inversion Membranes: Thermodynamics and Effects of a Poor Solvent on the Membrane Characteristics. *Polym Eng Sci* 2022, 62 (6), 1847–1858. <https://doi.org/10.1002/pen.25969>.
- (3) Kusumocahyo, S. P.; Ambani, S. K.; Kusumadewi, S.; Sutanto, H.; Widiputri, D. I.; Kartawiria, I. S. Utilization of Used Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles for the Development of Ultrafiltration Membrane. *J Environ Chem Eng* 2020, 8 (6), 104381. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104381>.

Aplicación de MOFS como adsorbentes para la remoción de contaminantes emergentes de soluciones acuosas

Solis-Vega, A., Barrón-Zambrano, J. A. y Estrella-Gutiérrez, M. A.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: a16123023@alumnos.uady.mx, andresolis135@outlook.com. CVU No. 1235812.

Palabras clave: MOF mixto; rojo congo; adsorción

1) Introducción.

El uso excesivo de químicos ha conducido a la aparición de contaminantes orgánicos emergentes, como los colorantes, que pueden ser dañinos y no se tratan adecuadamente en plantas de tratamiento de agua. Por ende, la búsqueda de nuevas técnicas o materiales para su eliminación es crucial. Los Metal-Organic Frameworks (MOFs) se destacan como una opción prometedora debido a sus propiedades físicas y químicas, las cuales se mejoran mediante el uso de más de un metal en su estructura, conocidos como MOFs mixtos o MM-MOFs.

2) Metodología.

Se usó el MOF mixto Ni-Cu-BTC para adsorber el colorante rojo congo en soluciones acuosas. Sintetizado con microondas, se caracterizó con DRX y SEM. Se evaluó su capacidad de adsorción mediante pruebas de pH, cinéticas e isothermas para entender su comportamiento.

3) Resultados.

Se realizó la síntesis del MOF, se obtuvieron el difractograma y micrografía de cada uno de ellos mediante diversas pruebas de caracterización. Se obtuvo el perfil de adsorción del rojo congo con el Ni-Cu-BTC, obteniendo el pH ideal de adsorción, su estudio cinético de adsorción y los isothermas respectivos.

4) Discusión y conclusiones.

El perfil de adsorción reveló que la adsorción del rojo congo en el Ni-Cu-BTC se debe a fuerzas electrostáticas y enlaces π - π . Las pruebas de cinética e isothermas confirmaron que la adsorción es quimisorción, donde la velocidad depende de la capacidad del Ni-Cu-BTC y no de la concentración del colorante. El modelo de isoterma de Freundlich se ajustó mejor, indicando una adsorción multicapa en una superficie con sitios activos heterogéneos.

Referencias

- Hu, J.; Yu, H.; Dai, W.; Yan, X.; Hu, X.; Huang, H. Enhanced Adsorptive Removal of Hazardous Anionic Dye “Congo Red” by a Ni/Cu Mixed-Component Metal–Organic Porous Material. *RSC Adv.* **2014**, 4 (66), 35124–35130. <https://doi.org/10.1039/c4ra05772d>
- Peedikakkal, A. ; Aljundi, I. Mixed-Metal Cu-BTC Metal–Organic Frameworks as a Strong Adsorbent for Molecular Hydrogen at Low Temperatures. *ACS Omega* **2020**, 5 (44), 28493–28499. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c02810>.



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

- Zheng, Y.; Cheng, B.; Fan, J.; Yu, J.; Ho, W. Review on Nickel-Based Adsorption Materials for Congo Red. *Journal of Hazardous Materials* **2021**, *403*, 123559. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123559>.



Estudio de la viabilidad de un biocomposito de bis[2-1H-benzimidazol-2-il]fenil]disulfuro y alginato para la adsorción de Pb(II), Cd(II) y Zn(II) de soluciones acuosas en un sistema continuo.

Zamudio Perera Carlos E., Barrón Zambrano Jesús A., Esparza Ruiz Adriana.

Facultad de Ingeniería Química

A14001508@alumnos.uady.mx, carlosperera045@gmail.com. CVU 1010977

Palabras clave: lecho fijo, alginato, benzimidazol-disulfuro, biocomposito.

49

INTRODUCCIÓN. La contaminación en recursos hídricos por metales pesados es un gran problema debido a los efectos perjudiciales que pueden llegar a causar¹⁻³. En consecuencia, se han desarrollado diversos métodos para su remoción, entre los que destaca la adsorción, por su capacidad de regeneración del adsorbente y funcionamiento a bajas concentraciones. Recientemente, el bis[2-1H-benzimidazol-2-il]fenil]disulfuro (bis(2phSbz)) ha sido empleado como adsorbente⁴, sin embargo, a causa de su tamaño de grano (9.92 nm) es inadecuado para ser empleado en columnas de adsorción, debido a problemas como el arrastre del material o la obstrucción y pérdidas de presión.

METODOLOGÍA. Para solventar dicho problema, se sintetizó un biocomposito⁵ introduciendo bis(2phSbz) en una matriz de alginato y se evaluó su potencial aplicación para la adsorción de Pb(II), Cd(II) y Zn(II) en sistemas acuosos en continuo. El bis(2phSbz) se caracterizó por RMN-¹H y punto de fusión (p.f). Se obtuvieron las curvas de rompimiento a pH = 5. Los datos obtenidos fueron modelados usando las ecuaciones de Hutchins⁶ y Bohart-Adams⁷, para obtener la altura de la zona de equilibrio de la columna y el tiempo de equilibrio, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIONES. En ambos estudios (lotes y continuos) tanto el AlgCa como el bis(2phSbz) evidenciaron la misma tendencia de afinidad: Pb(II) > Cd(II) > Zn(II), Siendo las q_m para el biocomposito 357, 73 y 23 mg/g, respectivamente, y 588, 84 y 294 mg/g, respectivamente para el AlgCa. Esto señala la especial selectividad de ambos materiales por el Pb(II). El AlgCa demostró ser un mejor material por sí sólo para ser implementado en columnas de adsorción, probablemente debido a un bloqueo del bis(2phSbz) en los sitios activos del AlgCa.

CONCLUSIONES. Se habilitó el bis(2phSbz) en columnas de lecho fijo, introduciéndolo en una matriz de Alginato de Calcio (AlgCa), a cambio de disminuir la capacidad de adsorción de Pb(II), Cd(II) y Zn(II).

Referencias

(1) Pérez, R.; Pacheco Julia; Euán Jorge. Evaluación a Escala Regional de la Vulnerabilidad del Agua Subterránea a la Contaminación en Yucatán - México / Ambiente Ecológico WWW. http://200.9.244.78/ediciones/informesEspeciales/014_InformesEspeciales_EvaluacionEscalaRegionalVulnerabilidadAguaSubterraneeContaminacionYucatanMexico.php3 (accessed 2022-09-29).



UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



DIRECCIÓN GENERAL DE
DESARROLLO ACADÉMICO

POSGRADO INSTITUCIONAL EN
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOQUÍMICAS

- (2) EPA. 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables; EPA, 2018; pp 1–12. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/dwtable2018.pdf> (accessed 2022-09-30).
- (3) Reyes, Y.; Vergara, I.; Torres, O.; Lagos, M. D.; Jimenez, E. E. G. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ing. Investig. Desarro. I2D* **2016**, 16 (2), 66–77.
- (4) Ordaz, J. Estudio de la viabilidad del uso del bis[2-(1H-benzimidazol-2-il)-fenil]disulfuro para la eliminación de plomo, zinc y cadmio de soluciones acuosas., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, 2019.
- (5) Wang, B.; Wan, Y.; Zheng, Y.; Lee, X.; Liu, T.; Yu, Z.; Huang, J.; Ok, Y. S.; Chen, J.; Gao, B. Alginate-Based Composites for Environmental Applications: A Critical Review. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* **2018**, 49 (4), 318–356. <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1547621>.
- (6) A, H. R. New Method Simplifies Design of Activated Carbon Systems. *Chem Eng* **1973**, 80, 133–138.
- (7) Bohart, G. S.; Adams, E. Q. SOME ASPECTS OF THE BEHAVIOR OF CHARCOAL WITH RESPECT TO CHLORINE.1. *J. Am. Chem. Soc.* **1920**, 42 (3), 523–544. <https://doi.org/10.1021/ja01448a018>.

