



# MEMORIAS

## XXVIII Jornadas Académicas del Doctorado en Ciencias en Biotecnología

Cancún, Quintana Roo, 7 y 8 de octubre del 2024.



- 
- 92** MEJORA DEL DESEMPEÑO DE UN HUMEDAL EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES USANDO LA DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD)
- 93** EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y FUNCIONALES EN GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) PROVOCADOS POR LA GERMINACIÓN
- 94** CARACTERIZACIÓN DEL HONGO DEL MAGUEY (*Pleurotus agaves*) CULTIVADO EN SUBPRODUCTO DE MEZCAL
- 95** DISEÑO IN SILICO, SINTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA EN LA LINEA CELULAR DE GLIOBLASTOMA U373 DE ANÁLOGOS DE LA PEREZONA SINTETIZADOS POR QUÍMICAS VERDES
- 96** DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MATERIALES A BASE DE POLÍMEROS Y SU APLICACIÓN EN LA ENDODONCIA REGENERATIVA
- 97** ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE CÉLULAS MESENQUIMALES DEL ENDOTELIO VASCULAR PULMONAR DE RATAS ESPONTÁNEAMENTE HIPERTENSAS
- 98** GENOMIC AND ENZYMATIC ANALYSIS OF MICROORGANISMS CAPABLE OF DEGRADING LOW-DEGRADING AND RECALCITRANT PLASTICS
- 99** REDIRECCIÓN DEL METABOLISMO DE *Fusarium fujikuroi* PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y OTROS METABOLITOS
- 100** NANOENCAPSULAMIENTO DE EXTRACTOS DE *BYRSONIMA CRASSIFOLIA* CON ACTIVIDAD ANTIPROLIFERATIVA Y APOPTÓTICA EN EL TRATAMIENTO DEL ADENOCARCINOMA GÁSTRICO
- 101** DISEÑO DE UNA MEMBRANA ETNOFARMACOLÓGICA: PROPIEDADES Y APLICACIONES PRODUCCIÓN DE HERNANDULCINA POR MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS
- 102** GENERACIÓN DE BIOSENSORES COLOIDALES PARA LA DETECCIÓN DE *Helicobacter pylori* EN MUESTRAS DE PACIENTES
- 103** MOVILIDAD DE BACTERIAS DEPREDADORAS EN PLÁNTULAS DE NARANJO AGRIO
- 104** INTERACCIÓN ENTRE BIOESTIMULANTES A BASE DE QUITOSANO, TRICHODERMA, BACILLUS Y EXTRACTOS DE ALGAS EN CULTIVO DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICON*)
- 105** APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS PARA DISMINUIR LA CARGA DEL VIRUS DE LA NECROSIS INFECCIOSA HIPODÉRMICA Y HEMATOPOYÉTICA (IHHNV) DE CAMARONES (*PENAEUS VANNAMEI*)
- 106** PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS BIOPOLÍMEROS CON ACTIVIDAD SURFACTANTE PRODUCIDOS POR MICROORGANISMOS AUTÓCTONOS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA RÍA LAGARTOS (YUCATÁN, MÉXICO)
- 107** ANÁLISIS METAGENÓMICO DEL RESISTOMA BACTERIANO EN RÍOS Y ÁREAS COSTERAS DE TAMAULIPAS
- 108** CAPACIDAD ANTAGONISTA *in vitro* DE LA LEVADURA *Meyerozyma guilliermondii* LCBG-03 CONTRA

- 109** HONGOS *Penicillium* SPP. PATÓGENOS DE LIMÓN
- 110** EVALUACIÓN DEL PERFIL QUÍMICO DEL MEZCAL ASOCIADO A LA ÉPOCA DEL AÑO, PERFIL MICROBIANO Y ESPECIE DE *Agave* DE TRES VINATAS DEL ESTADO DE DURANGO
- 111** MOLECULAR MECHANISM OF OTOTOXICITY AS A SIDE EFFECT OF ANTIBIOTICS
- 112** ANALYSIS OF THE HSC NICHE IN SHR RATS
- 113** ESTUDIO ESTRUCTURAL DE ISOFORMAS DE LA TRIPSINA DIGESTIVA DE CAMARÓN *PENAEUS VANNAMEI*
- 114** DISEÑO DE UN DETECTOR C4D PARA LA CUANTIFICACIÓN DE METFORMINA EN AGUA DURANTE SU DEGRADACIÓN POR PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA
- 115** PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO BIOMECÁNICO Y EVALUACIÓN CLÍNICA/MOLECULAR DE LA OSTEointegración EN IMPLANTES DENTALES MEDIANTE EL MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO
- 116** EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE *BEAUVERIA BASSIANA*, *ISARIA FUMOSOROSEA* Y *METARHIZIUM ANISOPLIAE* PARA EL CONTROL DE TRIPS EN ARÁNDANO
- 117** OBTENCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE INTERÉS FARMACÉUTICO PRODUCIDOS POR BACTERIAS AISLADAS DE AMBIENTES EXTREMOS
- 118** ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE ARÁNDANOS SILVESTRES [*Vaccinium* sp.] RECOLECTADOS EN MICHOACÁN
- 119** DISEÑO RACIONAL DE INHIBIDORES DE LA ENOLASA DE ENTAMOEBA HISTOLYTICA
- 120** IDENTIFICACIÓN DE MODULADORES GENÉTICOS QUE REGULAN LA DINÁMICA DE INTERCAMBIO DE HIERRO Y NITRÓGENO DE MAÍZ CRIOLLO CULTIVADO BAJO EL SISTEMA MILPA EN EL NORTE DE SINALOA
- 121** EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TIRAPAZAMINA EN LA RESOLUCIÓN DEL ABSCESO HEPÁTICO AMEBIANO CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIHIPERGLUCEMIANTE Y TOXICOLÓGICA DEL EXTRACTO DE *Agave durangensis* Gentry
- 122** CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIHIPERGLUCEMIANTE Y TOXICOLÓGICA DEL EXTRACTO DE *Agave durangensis* Gentry
- 123** EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIHIPERGLUCEMIANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Fouquieria* sp. MEDIANTE ENSAYOS IN VITRO E IN VIVO
- 124** EFECTO DEL USO DE HOJAS DE AGAVE Y MEZCLA DE CONCENTRADOS DE PROTEÍNA EN ALIMENTOS FORMULADOS PARA JUVENILES DE CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei*
- 125** EVALUACIÓN DE LIGANDOS DIRIGIDOS CONTRA LAS PROTEÍNAS HUMANAS EGFR (HER1), BCL-2 Y BAX PARA EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE MAMA TRIPLE NEGATIVO
- 126** IDENTIFICACIÓN DE VARIANTES EN EL GEN CYP2D6 PREDICTORAS DEL FENOTIPO DE DEXTROMETORFANO EN POBLACIÓN INDÍGENA MEXICANA
- 127** DETERMINACIÓN DEL MECANISMO DE SORCIÓN DE PLOMO Y CADMIO EN MODELOS DE AGUA UTILIZANDO ASTILLAS DE MADERA MODIFICADAS
- 128** ANALISIS DE LA RESPUESTA METABÓLICA INDUCIDA EN EL PROCESO DE INTERACCIÓN DE LOS HONGOS *Pleurotus ostreatus* Y *Aspergillus flavus*

- 129** CARACTERIZACION FUNCIONAL DE lncRNAs EN LA DIFERENCIACION DE SUBTIPOS DE CANCER DE MAMA
- 130** EFECTOS ANTITUMORALES DE CICER ARIETINUM EN UN MODELO MURINO DE CÁNCER DE MAMA BIOLUMINISCENTE 4T1-FFLUC-2H11
- 131** EL CULTIVO 3D DE CÁNCER DE MAMA TRIPLE NEGATIVO REPRODUCE LA EXPRESIÓN DE RNAs LARGOS NO CODIFICANTES ASOCIADOS A LA ONCOGÉNESIS
- 132** HIDROLIZADO DE CAMARONES INFECTADOS CON VIRUS DE LA MANCHA BLANCA (WSSV) ADICIONADO EN LA DIETA COMO INDUCTOR DE RESISTENCIA CONTRA ENFERMEDADES VIRALES EN CAMARÓN BLANCO (*Penaeus Vannamei*)
- 133** ELUCIDACIÓN DE LA FUNCIÓN DE AHY-MIR160 Y AHY-MIR397 EN LA RESPUESTA A ESTRÉS ABIÓTICO EN AMARANTO PARA SU POSIBLE USO AGROBIOTECNOLÓGICO
- 134** DESARROLLO DE UN BIOSENSOR COLOIDAL PARA LA DETECCIÓN DE METALES PESADOS
- 135** THE EFFECT OF NATURAL COMPOUND ON CANCER CELL DEATH AND INVASION INHIBITION
- 136** ESTUDIO ÓMICO DE MOLECULAS ASOCIADAS A QUORUM SENSING EN UN CONSORCIO MICROBIANO CON POTENCIAL PARA LA DEGRADACIÓN DE MICROPARTÍCULAS DE PET
- 137** ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE ADIPOCITOS DE MÉDULA ÓSEA DE RATAS ESPONTÁNEAMENTE HIPERTENSAS
- 138** EVALUACIÓN DE UN FILTRO PERCOLADOR PARA LA DEGRADACIÓN DE COLORANTES SINTÉTICOS POR *Halomonas* sp. UTILIZANDO RESIDUOS FORESTALES COMO SOPORTE Y FUENTE DE MEDIADORES REDOX
- 139** ESTUDIO FUNCIONAL DE PROPIEDADES BIOACTIVAS DE EXTRACTOS DE SETAS
- 140** COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y NUTRACÉUTICAS DE LA HARINA DE CHAPULINES (*SPHENARIUM PURPURASCENS*) ALIMENTADOS CON DIFERENTES CULTIVOS EN TLAXCALA
- 141** DINÁMICA ESTRUCTURAL Y ACUMULATIVA DE CARBOHIDRATOS DE *Agave durangensis* Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FUNCIONALES
- 142** EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EMPLEANDO BIOINDICADORES Y SENSORES EN LA CIUDAD DE DURANGO, MÉXICO
- 143** FORMULACIÓN DE NANOEMULSIONES DE EXTRACTOS DE RESIDUOS FORESTALES PARA EL CONTROL DE FITOPATÓGENOS DEL CULTIVO DE MAÍZ
- 144** ANTIMICROBIAL RESISTANCE, CHARACTERIZATION, AND MOLECULAR ANALYSIS OF ESKAPE GROUP STRAINS FROM THE HYDROLOGIC SUBREGION OF RIO SOTO LA MARINA, TAMAULIPAS

## MEJORA DEL DESEMPEÑO DE UN HUMEDAL EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES USANDO LA DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD)

Alan Garduño Montero, Celestino Odin Rodríguez Nava\*, José Bernardo Proal Nájera

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Ingeniería en Sistemas Ambientales.

crodriguez@ipn.mx

Palabras clave: Humedal, Diclofenaco, CFD, hidrodinámica, difusión

**Introducción.** Los contaminantes emergentes (CE) son compuestos de naturaleza química sin regulación que se liberan en matrices ambientales y provocan afectaciones a la salud vegetal, animal y humana. Los fármacos, constituyen un caso particular de CE, especialmente el Diclofenaco, debido a su uso intensivo en humanos y ganado. Una de las estrategias de remoción de CE, son los humedales construidos, los cuales se basan en el principio de transferencia de masa y la acción sinérgica de agentes biológicos y fenómenos físicos como difusión y filtración, para el tratamiento de aguas residuales y la remoción de contaminantes. A pesar de su eficacia, los humedales construidos enfrentan problemas hidrodinámicos y difusivos los cuales pueden ser tratados bajo el enfoque de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) [1]. La CFD es una técnica que se basa en el uso de métodos numéricos para la simulación de fenómenos de transporte. El objetivo del presente estudio consiste en la mejora del desempeño de un humedal construido en la remoción de Diclofenaco rediseñando un sistema existente con base en el estudio de la hidrodinámica y difusión de especies utilizando la CFD, cuyo avance abarcó las etapas de validación del modelo matemático, el estudio numérico y la medición del fármaco mediante espectrofotometría.

**Metodología.** Para la validación del modelo matemático se empleó el estudio llevado a cabo por Rajabzadeh et al. en 2015 usando el modelo de Brinkman para la caracterización hidrodinámica, así mismo se establecieron las ecuaciones de movimiento para la fase dispersa bajo los enfoques Euleriano y Lagrangiano [2]. Posteriormente se configuró el resolutor numérico de acuerdo con las condiciones de frontera para el humedal construido, el diseño de malla de geometría compleja y el procesamiento de los datos a través del Software CFD COMSOL Multiphysics®. Por otro lado, se implementó un estudio  $CL_{50}$  para determinar las concentraciones límite de *Phragmites australis* (PA), con concentraciones de 10, 20, 30 y 40 mg/ml de Diclofenaco durante 35 días.

**Resultados y discusión.** Mediante un barrido paramétrico se obtuvo la velocidad de entrada al humedal y el perfil de velocidades de difusión con un error promedio menor al 1.6% comparado con lo reportado en el modelo de Rajabzadeh. Posteriormente, se realizó la formulación del modelo numérico y la simulación, obteniendo un mínimo de 380k elementos discretos poligonales para el cálculo numérico con un error relativo entorno al 0.015%. Para la simulación del comportamiento hidrodinámico del humedal construido, se determinó un campo de velocidades para una condición de flujo influenciada por la acción gravitatoria con una velocidad promedio de fluido de  $7.92 \times 10^{-5}$  (m/s) obtenida mediante un modelo RANS k- $\epsilon$ . El modelo Lagrangiano permitió determinar la cantidad de partículas retenidas en el sustrato de tezontle con una condición porosa de diferentes granulometrías, con una retención acumulada del 93% para 30 días de tiempo físico simulado (Figura 1).

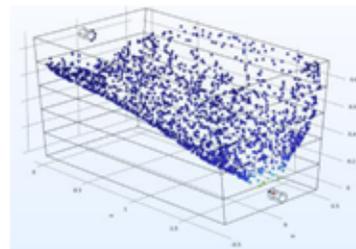


Figura 1. Simulación de la retención de partículas de Diclofenaco en el humedal construido.

Para la estimación del crecimiento normalizado, los resultados preliminares no muestran inhibiciones en el crecimiento del *Phragmites australis* en todos los casos de exposición (Figura 2).

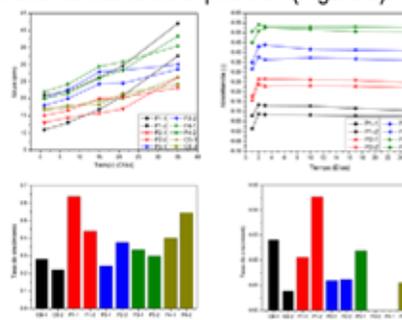


Figura 2. Evaluación del efecto de la concentración sobre la tasa de crecimiento del PA.

### Conclusiones y perspectivas.

La simulación CFD es capaz de aportar información relevante sobre la hidrodinámica del sistema y la retención del contaminante objetivo en el medio poroso. La adición del modelo de la transferencia de masa mejorará la capacidad de predicción del comportamiento del Diclofenaco en el modelo robusto. El comportamiento del PA en presencia de Diclofenaco, coincide con el estudio presentado por Francini en 2018, donde se observa baja incidencia del fármaco en la tasa de crecimiento de la planta y se determina su potencial como biorremediador de CE [3].

**Agradecimientos.** Al Departamento de Ingeniería en Sistemas Ambientales de la ENCB Zacatenco por facilitar sus instalaciones para llevar a cabo el presente estudio. Al CONAHCYT por el apoyo económico brindado para la realización del proyecto de investigación.

### Referencias.

- [1] Kincanon R., McAnally A. S. 2004. Enhancing commonly used model predictions for constructed wetland performance: as-built design considerations. *Ecological modelling*. 174: 309-322.
- [2] Rajabzadeh A. R., Legge R. L., Weber K. P. 2015. Multiphysics modelling of flow dynamics, biofilm development and wastewater treatment in a subsurface vertical flow constructed wetland mesocosm. *Ecological Engineering* 74: 107-116.
- [3] Francini A., Mariotti L., Di Gregorio S., Sebastiani L., Andreucci A. 2018. Removal of micro-pollutants from urban wastewater by constructed wetlands with *Phragmites australis* and *Salix matsudana*. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 36474-36484.

# EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y FUNCIONALES EN GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) PROVOCADOS POR LA GERMINACIÓN.

Alejandra Linares-Castañeda, Luis Jorge Corzo-Rios, Cristian Jiménez Martínez\*

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

crisjm\_99@yahoo.com

Palabras clave: Garbanzo, Germinación, Elicitación, Calidad proteica, Antioxidante

**Introducción.** El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa rica en carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, además, contiene compuestos no nutricionales, también denominados bioactivos por sus propiedades biofuncionales, ya que ayudan en la prevención de enfermedades, debido principalmente a sus propiedades antioxidantes(1). La germinación es un método eficaz para mejorar la calidad proteica y el perfil de los compuestos biofuncionales como los los compuestos fenólicos (2), el uso de elicitors se ha empleado para la activación de respuestas de defensa en la planta inducidas por un estrés, activando la expresión de genes clave en las vías biosintéticas secundarias. Estos elicitors pueden ser bióticos o abióticos, en estos últimos se encuentran moléculas o tratamientos que inducen estos cambios, como el ácido salicílico, quitosano, ácido glutámico, peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sacarosa, entre otros (3). En este trabajo, se evaluó la aplicación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, quitosano y sacarosa como elicitors para optimizar el proceso de germinación/elicitación de garbanzo con la finalidad de aumentar su calidad nutricional (contenido y digestibilidad de la proteína) y la acumulación de compuestos biofuncionales (compuestos fenólicos) con actividad antioxidante.

**Metodología.** Se optimizó mediante diseños Box-Behnken las condiciones de germinación a 28 °C y 70% HR y elicitación con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, quitosano y sacarosa para obtener harinas de garbanzo con mayor contenido y digestibilidad de la proteína (DPIV), compuestos fenólicos totales (CFT) y actividad antioxidante (AAox). Los niveles de los factores en estudio se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Niveles no codificados de diseños Box-Behnken

Elicitor	Concentración * mM ** % p/v	Tiempo de remojo (h)	Tiempo de germinado (días)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	20 – 40 *	1 – 3	1 – 5
Quitosano	0.1 – 0.5 **		
Sacarosa	1 – 3 **		

**Resultados y discusión.** De acuerdo con los objetivos del trabajo, las cuatro variables de estudio fueron maximizadas en su respuesta. La optimización para cada elicitor se muestra en el cuadro 2. Las harinas fueron producidas bajo las condiciones óptimas y se validaron experimentalmente para cada elicitor (Cuadro 3), así como su respectiva muestra control (sin elicitor, usando agua destilada como solución de remojo).

Cuadro 2. Optimización de germinación y elicitación de garbanzo

Elicitor	Tiempo de remojo (h)	Concentración	Tiempo de germinado (Días)	Deseabilidad compuesta
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3:00	34.34 mM	5	0.98
Quitosano	1:00	0.35 % p/v	5	0.92
Sacarosa	2.55	1.00 % p/v	5	0.89

Cuadro 3. Validación del modelo de germinación y elicitación

Elicitor	Proteína <sup>1</sup>	DPIV <sup>1</sup>	CFT <sup>2</sup>	AAox <sup>3</sup>
Cruda	20.88 ± 0.87 <sup>b</sup>	54.38 ± 4.51 <sup>c</sup>	33.13 ± 1.77 <sup>c</sup>	52.39 ± 0.90 <sup>c</sup>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	24.39 ± 0.76 <sup>a</sup>	96.29 ± 1.44 <sup>a</sup>	206.73 ± 2.47 <sup>a</sup>	121.18 ± 3.36 <sup>a</sup>
°C H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	20.96 ± 1.89 <sup>b</sup>	73.24 ± 3.94 <sup>b</sup>	142.96 ± 0.79 <sup>b</sup>	112.65 ± 3.08 <sup>b</sup>
Quitosano	22.10 ± 0.52 <sup>c</sup>	92.30 ± 1.57 <sup>b</sup>	163.15 ± 3.66 <sup>b</sup>	120.32 ± 0.09 <sup>a</sup>
°C Quitosano	21.92 ± 0.24 <sup>c</sup>	81.19 ± 4.25 <sup>d</sup>	117.77 ± 4.24 <sup>c</sup>	119.15 ± 0.58 <sup>a</sup>
Sacarosa	23.00 ± 0.27 <sup>b</sup>	96.58 ± 2.54 <sup>a</sup>	145.44 ± 2.80 <sup>c</sup>	120.63 ± 0.34 <sup>a</sup>
°C Sacarosa	24.14 ± 1.76 <sup>a</sup>	89.40 ± 1.95 <sup>c</sup>	133.01 ± 2.20 <sup>b</sup>	119.44 ± 0.41 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>%, <sup>2</sup>mg EAG/100 g, <sup>3</sup>μmol ET/100 g, °C: Control. Cada valor representa la media ± desviación estándar. Letras diferentes son significativamente diferentes (p<0.05).

Los valores experimentales de contenido de proteína, DPIV, compuestos fenólicos y actividad antioxidante fueron similares a los predichos por el modelo, además, las condiciones óptimas usadas presentaron valores reproducibles.

Los resultados muestran que el contenido de proteína aumento en un 17, 6 y 10%, la digestibilidad de la proteína *in vitro* aumentó en un 77, 70 y 78%, los compuestos fenólicos totales aumentaron en un 524, 393 y 339% y la actividad antioxidante incrementó en un 112, 110 y 111% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, quitosano y sacarosa, respectivamente) con la germinación-elicitación.

**Conclusiones y perspectivas.** La germinación/elicitación modificó el contenido y digestión de la proteína, los compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante comparado con la germinación convencional y la semilla cruda. Además de caracterizar la actividad antioxidante como propiedad biofuncional, se puede realizar la caracterización de las propiedades tecnofuncionales de la proteína de las harinas germinadas y elicitadas.

**Agradecimientos.** Al Instituto Politécnico Nacional y al Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT).

## Referencias.

- Dutta, A., Trivedi, A., Nath, C. P., Gupta, D. Sen, & Hazra, K. K. (2022). A comprehensive review on grain legumes as climate-smart crops: Challenges and prospects. *Environmental Challenges*, 7, 100479. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100479>
- Di, Y., Li, X., Chang, X., Gu, R., Duan, X., Liu, F., Liu, X., & Wang, Y. (2022). Impact of germination on structural, functional properties and *in vitro* protein digestibility of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein. *LWT-Food Science and Technology*, 154, 112651. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112651>
- Liu, H. K., Kang, Y. F., Zhao, X. Y., Liu, Y. P., Zhang, X. W., & Zhang, S. J. (2019). Effects of elicitation on bioactive compounds and biological activities of sprouts. *Journal of Functional Foods*, 53(13), 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.019>

## CARACTERIZACIÓN DEL HONGO DEL MAGUEY (*Pleurotus agaves*) CULTIVADO EN SUBPRODUCTO DE MEZCAL

Alejandra Valdez Betanzos, Rosalva Mora Escobedo\* y Gerardo Mata Montes de Oca.

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Campus Zacatenco. Delegación G.A. Madero, Ciudad de México.

betvaldz@gmail.com

Palabras clave: bagazo, mezcal, *Pleurotus agaves*, antioxidantes.

**Introducción.** El hongo del maguey (*Pleurotus agaves*) es una especie endémica de México que crece naturalmente sobre pencas de *Agave salmiana* (maguey pulquero), tiene un sabor atractivo y nutricionalmente se caracteriza por un bajo contenido energético, bajo contenido de lípidos, alto contenido de fibra y proteína, además de compuestos bioactivos con actividad antioxidante, antitumoral, entre otras, por lo que se puede considerar como un alimento funcional. El género *Pleurotus* se caracteriza por degradar y crecer en materiales lignocelulósicos por lo que el objetivo de este trabajo fue caracterizar tres tipos de bagazo, subproducto del proceso de la producción de mezcal que representa aproximadamente 122,696 toneladas de bagazo tan sólo en el estado de Oaxaca y que no suele recibir un tratamiento adecuado convirtiéndose en un foco de contaminación, además de identificar morfológicamente y seleccionar las cepas de *Pleurotus agaves* con mejor adaptación a estos..

**Metodología.** Se analizaron 3 bagazos (*Agave angustifolia*, *Agave potatorum* y *Agave marmorata*) procedentes de Oaxaca. Se realizó su caracterización química determinando humedad (AOAC 931.04), proteína cruda (método de Micro-Kjedahl AOAC 988.05), extracto etéreo (método de Soxhlet AOAC 920.85), cenizas (AOAC 934.01), azúcares reductores (método del Ácido 3-5-dinitrosalicílico) y carbohidratos totales por diferencia de peso. Se evaluó el contenido de polifenoles totales (método Folin-Ciocalteu) y la actividad antioxidante, por DPPH (Bobo-García et al., 2015) y ABTS (Leite et al., 2011) Para observar la distribución de los componentes se utilizó un microscopio confocal de barrido láser (LSM 710 NLO). Se evaluó el crecimiento micelial *in vitro* mediante la medición del área de crecimiento y la tasa de crecimiento de 6 cepas de *Pleurotus agaves* previamente identificadas morfológicamente (IE-715, IE-2038, IE-835, IE-836, IE-837, IE-862).

### Resultados y discusión.

Cuadro 1. Caracterización química de los sustratos (bagazos)

Determinación (%) base seca	<i>A. angustifolia</i>	<i>A. potatorum</i>	<i>A. marmorata</i>
Humedad	2.53 ± 0.56	2.3 ± 0.52	3.73 ± 0.37
Proteína	1.96 ± 0.27	1.30 ± 1.22	1.8 ± N/A
Extracto Etéreo	2.38 ± 0.27	3.28 ± 0.85	1.44 ± 0.07
Cenizas	8.00 ± 1.31	6.20 ± 0.83	6.80 ± 3.8
Azúcares reductores mg/mL	3.99 ± 0.21	4.8 ± 0.66	10.37 ± 2.72
Carbohidratos	82.60	86.92	86.21

Los sustratos presentaron un contenido de polifenoles totales de 20.07 mgEAG/g (*A. angustifolia*), 20.43 mgEAG/g (*A. potatorum*) y 27.24 mgEAG/g (*A. marmorata*). En la inhibición del radical DPPH se obtuvieron valores de 829, 855 y 1449 mgET/g y en el ensayo de ABTS los resultados fueron de 390, 393 y 377 µMol ET/g respectivamente. Se obtuvieron cuerpos fructíferos blanquecinos a ligeramente amarillos de forma petaloide con un estípite largo aterciopelado. A su vez, con los resultados de las secuencias genéticas de las cepas se hizo la asignación de especie de *P. agaves* a cada una de ellas.

Cuadro 2. Crecimiento (mm) a los 9 días de incubación en medio sólido

Cepa	Sustratos (mm)		
	Paja	Bagazo	Paja-bagazo
IE-2038	83	62	82
IE- 835	55	43	51
IE-837	38	25	27
IE-836	36	23	35
IE-715	34	25	27
IE-862	31	28	34

Cuadro 3. Crecimiento (mm) a los 8 días de incubación en sustrato

Cepa	Sustratos (mm)		
	Paja	Bagazo	Paja-bagazo
IE-2038	100	82	100
IE- 835	81	52	76
IE-837	79	60	66
IE-836	93	65	75
IE-715	92	75	83
IE-862	93	70	76

**Conclusiones y perspectivas.** Los resultados de la caracterización química y antioxidante muestran que los bagazos pueden ser un sustrato adecuado para el cultivo de *Pleurotus agaves* debido a que contiene los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, además, tienen potencial como fuente de compuestos con actividad antioxidante. Los resultados mostraron a la cepa IE-2038 como la de mejor adaptación tanto en medio sólido como en sustrato al invadir por completo los medios de crecimiento a los 9 y 8 días en paja y paja-bagazo respectivamente, y, aunque el crecimiento en los medios con bagazo no fue total si tuvo mayor invasión. Las perspectivas del trabajo son realizar pruebas de fermentación para establecer las mejores condiciones del sustrato y se realizará un estudio microestructural de los sustratos para determinar el grado de degradación y un análisis enzimático para proponer el mecanismo utilizado por el hongo.

**Agradecimientos.** A CONAHCYT por el apoyo económico; A la fábrica de mezcal Dainzú y al Ing. Julián por la donación de los residuos; al INECOL por las cepas donadas y al IPN por las facilidades.

### Referencias.

- Barrales, M., y Mata, G. (2016). Selección de cepas nativas del hongo del maguey (*Pleurotus opuntiae*) y evaluación de su producción en sustratos fermentados. *Interciencia*, 41(5), 346-352.
- Heredia-Solis, A., Esparza-Ibarra, E., Romero-Bautista, L., Cabral-Arellano, F., & Bañuelos-Valenzuela, R. (2014). Bagazos de *Agave salmiana* y *Agave weberi* utilizados como sustrato para producir *Pleurotus ostreatus*. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2334-2501.
- Alfaro-Rojas, G., Legaria-Solano, J.P. & Rodríguez-Pérez, J.E. (2007). Genetic diversity in populations of pulquero agaves (*Agave spp.*) in northeastern Mexico state. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 30: 1-27.

## DISEÑO *IN SILICO*, SINTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA EN LA LINEA CELULAR DE GLIOBLASTOMA U373 DE ANÁLOGOS DE LA PEREZONA SINTETIZADOS POR QUÍMICAS VERDES

Alfredo Amaury Bautista Solano, Gloria Dávila Ortiz\*, María Guadalupe Hernández Inares

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Campus Zacatenco, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Calle Wilfrido Massieu Cda. Manuel Estampa. C.P. Ciudad de México, 07738, México.

Gdavidiao@ipn.mx.

Palabras clave: Glioblastoma, PARP-1, perezona, química verde

### Introducción.

El glioblastoma multiforme es uno de los astrocitomas más peligrosos por su alta capacidad de producir metástasis culminando con la muerte del paciente. Los tratamientos para este tipo de cáncer han sido poco eficientes debido a que su efecto se ve disminuido por la barrera hematoencefálica. La poli-ADP-ribosa (PARP-1) es una enzima que esta sobre expresada en este tipo de cáncer. Esta enzima tiene la función de reparación de roturas monocatenarias. La inhibición de PARP-1 evita que el ADN se repare y se induzca la muerte de células cancerosas.

La perezona es una quinona sesquiterpenica extraída de las raíces del género *Acourtia*. La perezona destaca por su estructura química al presentar olefinas ricas en densidad electrónica, que tienen un efecto directo en su química redox, además de tener la capacidad de formar complejos aceptante-donante. Este metabolito secundario ha demostrado actividad antineoplásica por la inhibición de PARP-1 y liberación de especies reactivas de oxígeno (1).

Dentro de la síntesis orgánica verde se encuentra la fotoquímica. Esta tiene como ventajas el diseño de productos químicos menos tóxicos y seguros al medio ambiente. Otra de las ventajas de la fotoquímica es la formación de enlaces C-C que permite alargar la cadena carbonada generando nuevos centros estrogénicos a través de reacciones fotoquímicas que dan como producto estructuras enantioméricamente puras y con actividad biológica (2). Por lo tanto, es importante sintetizar nuevos derivados de perezona esperando que sean candidatos para inhibir PARP-1 utilizando metodologías de química verde.

### Planteamiento del problema.

El glioblastoma multiforme es un tipo de cáncer donde solo el 33% de los pacientes sobrevive y el 5% de los pacientes llegan a vivir más de 5 años tras el diagnóstico. Esto es debido a que los tratamientos son poco eficientes. Este cáncer sobre expresa la enzima PARP-1. La inhibición de PARP-1 evita que el ADN se repare y se induzca la muerte de células cancerosas. Por lo tanto, es importante la búsqueda de inhibidores de PARP-1.

### Justificación.

El glioblastoma es un cáncer que sobre expresa la enzima PARP-1. Se ha demostrado que la perezona tienen actividad antineoplásica inhibiendo PARP-1. La perezona presenta grupos electrón-donadores deslocalizados que pueden formar derivados con enlaces C-C cuaternarios con la capacidad de modificar su potencial redox y con ellos su actividad biológica. Debido a esto es importante estudiar y sintetizar nuevos derivados con actividad anticancerígena.

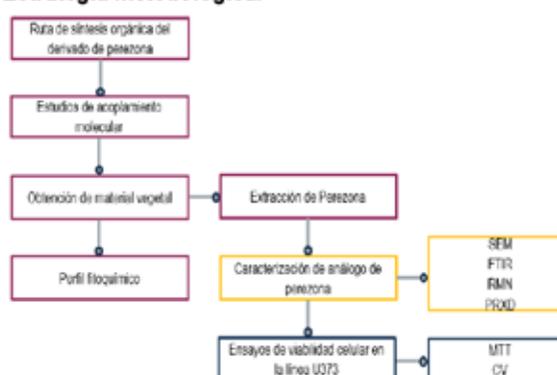
### Objetivo general.

Sintetizar un derivado de perezona con la capacidad de inhibir la enzima PARP-1.

### Objetivos particulares.

1. Realizar un acoplamiento molecular que permita explicar la inhibición de PARP-1 del derivado de perezona.
2. Sintetizar el derivado de perezona
3. Caracterizar el derivado de perezona
4. Evaluar el efecto biológico del derivado de perezona en la línea celular de glioblastoma U373.

### Estrategia metodológica.



### Resultados esperados.

El análogo de la perezona que contenga un grupo pirazolona, presentara grupos electrón donadores desarrollando el par radical adecuado para la formación de enlaces C-C cuaternarios teniendo la capacidad de modificar su potencial redox y una inhibición de la enzima PARP-1 en la línea celular cancerígena U373.

### Referencias.

1. Hernández-Rodríguez M, Mendoza-Sánchez P.I., Martínez J., Macías-Pérez M.E., Rosales-Cruz E., Zolek T., Maciejewska D., Miranda-Ruvalcaba R., Mera-Jiménez E. & Nicolas-Vázquez M.I. (2022). In vitro and computational studies of perezona and perezona angelate as potential anti-glioblastoma multiforme agents. *Molecules*. 27 (5): 1-16
2. Hernández-Linares M.G., Guerrero-Luna G., Pérez-Estrada S., Ellison, M., Ortin M.M. & García-Garibay M.A. (2015). Large-Scale Green Chemical Synthesis of Adjacent Quaternary Chiral Centers by Continuous Flow Photodecarbonylation of Aqueous Suspension of Nanocrystalline Ketones. *J. Am. Chem. Soc.* 137 (4). 1679-1684

## DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MATERIALES A BASE DE POLÍMEROS Y SU APLICACIÓN EN LA ENDODONCIA REGENERATIVA

Amairany Rodríguez Navarrete, Doris Atenea Cerecedo Mercado\*, Alfredo Maciel Cerda, Valentín López Gayou, César Augusto Sandino Reyes López y Jorge Cornejo Garrido.

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía

[dcereced@ipn.mx](mailto:dcereced@ipn.mx)

Palabras clave: *Constructo tisular, pulpa dental, endodoncia regenerativa, células troncales mesenquimales, polímeros.*

**Introducción.** La caries dental no tratada, los traumatismos dentales y las variaciones anatómicas pueden desencadenar pulpitis (inflamación de la pulpa dental) (1). Actualmente, la terapia del conducto pulpar estándar posee diversas desventajas, incluyendo pérdida de la vitalidad dental, riesgo de fractura dental, entre otros (2). Por lo tanto, se ha propuesto el tratamiento de endodoncia regenerativa (RET), que implica la regeneración pulpar con el objetivo de promover la formación de tejido conectivo pulpar, dentina, diferenciación celular, revascularización y reinervación, a través de constructos tisulares, que consiste en la integración de un andamio basado en biomateriales como la Poli-ε-caprolactona (PCL), Ácido poli glicólico (PGA) y colágeno (Col), en combinación con células troncales mesenquimales (MDC) (3).

### Metodología.

Se utilizó microscopía electrónica de barrido (SEM) para examinar la morfología a microescala de los filamentos del andamio de PCL/PGA/Col. La caracterización físico y química del andamio se realizó a través de Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Análisis Termogravimétrico (TGA), y ángulo de contacto (el andamio de PCL/PGA, sin colágeno se usó como grupo control).

### Resultados y discusión.

Fabricación y Caracterización del andamio de PCL/PGA/Col.

El andamio compuesto de PCL/PGA se fabricó mediante el método de electrohilado y fue modificado superficialmente con Colágeno. El espectro FT-IR exhibió los picos representativos de la PCL a 2941, y 1732  $\text{cm}^{-1}$ , correspondiente a las vibraciones de  $\text{CH}_2$  y  $\text{C}=\text{O}$ , y para PGA exhibió las vibraciones de  $\text{CH}_2$  y  $\text{C}=\text{O}$  en 1245 y 1180  $\text{cm}^{-1}$ ; colágeno presentó la vibración de la amida II en 1632. Los resultados obtenidos fueron consistente con lo reportado por Yaseri R et al. (4) y por Zhang & Li (5) lo que respalda la integridad estructural de la PCL, PGA y Col en el andamio. El análisis de DSC, exhibió las temperaturas de transición vítrea, y de fusión del andamio a  $-61.87^\circ\text{C}$  y  $60.54^\circ\text{C}$  respectivamente. El análisis de TGA mostró que el andamio de PCL/PGA/Col, se degradó en dos fases, la primera fase a  $311^\circ\text{C}$  con una pérdida de masa del 13.48% y la segunda fase a  $398.17^\circ\text{C}$  con una pérdida de masa del 70%.

Se conoce, que la hidrofiliidad de la superficie de los andamios modula la adhesión y la proliferación celular (6). Por lo tanto, se analizó la hidrofiliidad del andamio de PCL/PGA/Col, a través de la medición del ángulo de contacto con el agua. El andamio de PCL/PGA exhibió propiedades hidrofóbicas con un ángulo de contacto de  $93^\circ$ , debido a la ausencia de grupos funcionales hidrofílicos en sus estructuras químicas de ambos polímeros (PGA y PCL) (7). La presencia de Col en el andamio de PCL y PGA indujo una superficie hidrófila, en la que el ángulo de contacto fue de  $5^\circ$  lo que demuestra la saturación de grupos hidrofílicos en el andamio de PCL/PGA/Col procedentes del

Col. Estos resultados fueron consistentes con los resultados de FTIR, que indicaron la presencia de Col en el andamio de PCL/PGA.

### Conclusiones y perspectivas.

En este estudio, se modificó superficialmente el andamio por electrohilado de PCL/PGA con Colágeno para su posible aplicación en endodoncia regenerativa. Los resultados de FTIR, DSC y TGA confirmaron la estabilidad química de los biomateriales (PCL, PGA y Col). En futuros estudios se espera analizar la toxicidad del andamio y analizar si las propiedades químicas y mecánicas del andamio promueven la odontodiferenciación *in vitro* y la ontogénesis y angiogénesis *ex vivo*.

**Agradecimientos:** La investigación fue financiada por el Proyecto SIP-IPN: 20241971.

### Referencias.

- Dieterle MP, Gross T, Steinberg T, Tomakidi P, Becker K, Vach K, Kremer K, Proksch S. *Characterization of a StemnessOptimized Purification Method for Human Dental-Pulp Stem Cells: An Approach to Standardization*. Cells. 2022 Oct 12;11(20):3204.
- Gheisary Z, Mahmood R, Harri Shivanantham A, Liu J, Lieffers JRL, Papagerakis P, Papagerakis S. *The Clinical, Microbiological, and Immunological Effects of Probiotic Supplementation on Prevention and Treatment of Periodontal Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Nutrients. 2022 Feb 28;14(5):1036.
- Huang X, Li Z, Liu A, Liu X, Guo H, Wu M, Yang X, Han B, Xuan K. *Microenvironment Influences Odontogenic Mesenchymal Stem Cells Mediated Dental Pulp Regeneration*. Front Physiol. 2021 Apr 22;12:656588
- Yaseri, R., Fadaie, M., Mirzaei, E., Samadian, H., & Ebrahimezhad, A. (123 C.E.). Surface modification of polycaprolactone nanofibers through hydrolysis and aminolysis: a comparative study on structural characteristics, mechanical properties, and cellular performance. *Scientific Reports* |, 13, 9434. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36563-w>
- Zhang, S., & Li, Q. (2023). *Neural regeneration ability of Polypyrrole-Collagen-Quercetin composite in the spinal cord injury*. *Regenerative Therapy*, 24, 85.
- Boyan, B. D., Lotz, E. M., & Schwartz, Z. (2017). *Roughness and Hydrophilicity as Osteogenic Biomimetic Surface Properties*. *Tissue Engineering. Part A*, 23(23–24), 1479
- Sadeghzadeh, H., Mehdipour, A., Dianat-Moghadam, H. et al. *PCL/Col I-based magnetic nanocomposite scaffold provides an osteoinductive environment for ADSCs in osteogenic cues-free media conditions*. *Stem Cell Res Ther* 13, 143 (2022).

# ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE CÉLULAS MESENQUIMALES DEL ENDOTELIO VASCULAR PULMONAR DE RATAS ESPONTÁNEAMENTE HIPERTENSAS

Amanda Isabel Borrego-Díaz, Ivette Astrid Martínez-Vieyra, Doris Cerecedo\*

Laboratorio de Hematobiología, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Instituto Politécnico Nacional, CDMX

dcereced@ipn.mx

Palabras clave: células mesenquimales, hipertensión, pulmón, transcriptómica

**Introducción.** Las enfermedades cardiovasculares (ECV) encabezan la lista de las principales causas de muerte en la actualidad. La hipertensión es un estado de presión arterial elevada sostenida. Uno de cada cuatro adultos tiene hipertensión y, en consecuencia, tiene un mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares. En 2021, en México, aproximadamente el 50% de los adultos mayores de 53 años vivía con hipertensión.

La rata espontáneamente hipertensa (SHR) ha sido endogámica durante más de 130 generaciones y es el modelo animal más estudiado de hipertensión humana. Se conoce que el volumen plaquetario medio (VPM) está incrementado en modelos SHR de 5 semanas de edad. Este aumento se produce a partir de un aumento en la activación plaquetaria desencadenada por varios factores que ocurren durante la hipertensión arterial. Las células precursoras de plaquetas son los Megacariocitos, y el proceso por el cual se generan estos MK es conocido como megacariopoyesis. El sitio principal donde ocurre la megacariopoyesis es en médula ósea. Las células troncales hematopoyéticas (HSC) en la médula ósea se diferencian en progenitores de megacariocitos, que migran a vasos sanguíneos pulmonares donde liberan plaquetas. La composición del mesénquima pulmonar aún no se conoce por completo, pero comprende una gran variedad de células dentro de las que se encuentran las células troncales mesenquimales (MSC). Estas MSC en médula ósea liberan gran volumen de citocinas que participan en la regeneración de vasos sanguíneos y brindan soporte a la megacariopoyesis.

**Planteamiento del problema.** Se conoce que el volumen plaquetario medio (VPM) está incrementado en modelos SHR de 5 semanas de edad. Estudios previos obtenidos por equipos de investigación han demostrado diferencias entre poblaciones celulares en tejidos de pulmón de ratas SHR y ratas normotensas WKY además de un incremento de células Nestina+, marcador de MSC. Es de gran interés conocer y estudiar el papel de estas células Nestina+ en el parénquima pulmonar de SHR.

**Justificación.** La hipertensión es una condición muy común dentro de la población. La comprensión de los mecanismos moleculares que subyacen al desarrollo y la progresión de la hipertensión es crucial para diseñar enfoques terapéuticos eficientes para la enfermedad. Debido a esto, se hace necesario el estudio más profundo a nivel transcripcional del entorno celular en tejido pulmonar el cual no ha sido explorado previamente en condiciones de hipertensión arterial sistémica.

**Objetivo general.** Analizar el conjunto de ARN transcritos en las células del endotelio vascular pulmonar de ratas espontáneamente hipertensas

**Objetivos particulares.**

- Aislar las células mesenquimales de pulmón de SHR y WKY y evaluar su pureza

- Cuantificar y caracterizar el transcriptoma completo de células mesenquimales de pulmón de SHR mediante RNA-seq.
- Comparar la expresión diferencial de genes específicos en las células mesenquimales de pulmón de SHR y WKY.
- Validar la expresión diferencial de genes específicos de SHR y WKY.

### Estrategia metodológica.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se emplearán ratas espontáneamente hipertensas de 5-6 semanas de vida. El estado general de los animales se monitoreará frecuentemente. Se realizará el aislamiento de las células mesenquimales de pulmón de SHR y WKY y se evaluará la pureza de las MSC aisladas mediante citometría de flujo. Se cuantificará y caracterizará el transcriptoma completo de células mesenquimales de pulmón de SHR y WKY mediante RNA-seq. Posteriormente, se realizará una comparación de la expresión diferencial de genes específicos (HGF, TGF, IL-6, CXCL-12, THPO, FGF-2, VEGFA, CXCL8) en las células mesenquimales de pulmón de SHR y WKY mediante paquetes como DESeq, 2edgeR o lima. Finalmente, se realizará la validación de la expresión diferencial de estos genes mediante RT-qPCR.

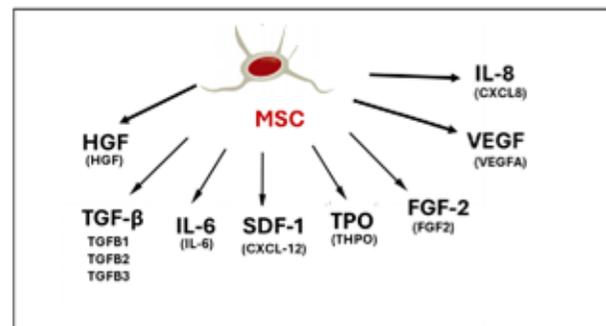


Figura 1. Citocinas producidas por MSC que se encuentran involucradas en la regeneración de vasos sanguíneos y el soporte de la megacariopoyesis en médula ósea.

**Resultados esperados.** Se espera encontrar genes que estén significativamente más expresados (upregulados) o menos expresados (downregulados) en el endotelio vascular pulmonar de ratas hipertensas en comparación con ratas normotensas. Estos genes podrían estar directamente relacionados con la formación de nuevos vasos sanguíneos y/o la reparación de daños tisular o podrían estar brindando soporte al proceso de megacariopoyesis en el pulmón de SHR a las 5 semanas de edad.

### Referencias.

1. Navneet Singh, Carsten Eickhoff et al. 2023. Transcriptional profiles of pulmonary artery endothelial cells in pulmonary hypertension. *Sci Rep* 13, 22534
2. Xu, X., Khunsiraksakul, C., Eales, J.M. et al. 2024. Genetic imputation of kidney transcriptome, proteome and multi-omics illuminates new blood pressure and hypertension targets. *Nat Commun* 15, 2359.

## GENOMIC AND ENZYMATIC ANALYSIS OF MICROORGANISMS CAPABLE OF DEGRADING LOW-DEGRADING AND RECALCITRANT PLASTICS

Aminat Olamide Shokunbi, Ninfa Maria Rosas Garcia\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Biotecnología Genómica, Laboratorio de Biotecnología Ambiental

nrosas@ipn.mx

Keywords: *Plastics, Lipase-positive bacteria, Enzymatic Analysis, Biodegradation, Genomic Analysis*

**Introduction.** Plastics pose environmental challenges due to their durability and harmful disposal effects. Biological approaches, especially bacterial degradation, offer a promising solution. Certain bacteria produce extracellular enzymes (lipase, protease, chitinase, cellulase, xylanase) that break down complex plastic polymers into smaller, biodegradable molecules. These enzymes target specific bonds in plastic, initiating degradation. Understanding enzymatic pathways is key to optimizing this process. Genomic and enzymatic analyses provide insights into molecular mechanisms, potentially revealing novel enzymes and pathways for efficient biodegradation. This research aims to study microbial genomes and enzymes associated with the ability to degrade low-degrading and recalcitrant plastics.

**Methodology.** Water and soil samples were collected from various dumpsites, landfills, and rivers in Reynosa, Tlaxcala and Puebla in Mexico. These samples were serially diluted to a factor of 10 and incubated in Luria Bertani (LB) broth at 37°C. Bacterial isolates were then purified and screened for extracellular enzyme activities. Lipase-positive bacteria were identified as potential plastic degraders and subsequently tested for chitinase, cellulase, xylanase, and protease activities.

**Results and discussion.** A total of 129 bacterial isolates were obtained from our study sites (Table 1), with 54.26% being Gram-positive and 45.74% Gram-negative (Fig. 1). Of these, 36.43% (47 isolates) tested positive for lipase activity, a preliminary indicator of potential plastic-degrading bacteria. Further screening showed that 48.94% (23 isolates) of the lipase-positive bacteria also exhibited protease activity, 29.79% (14 isolates) were positive for chitinase, 57.45% (27 isolates) for cellulase, and 51.06% for xylanase activity (Fig. 2). Consistent with previous studies (Kyaw et al., 2012; Montazer et al., 2019; Wilkes & Aristilde, 2017; Temporiti et al., 2022), most isolates harbored three or more enzymes, including lipase, cellulase, and protease, which are crucial in plastic degradation.

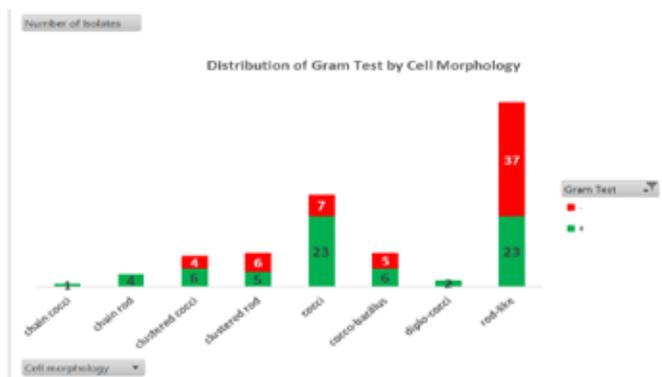


Figure 1. Bacterial isolation and identification

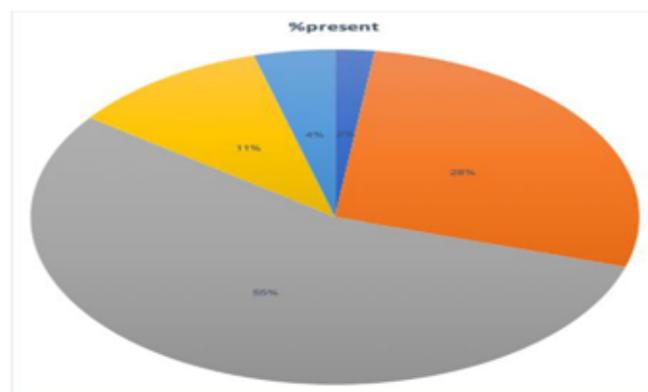


Figure 2: Enzymatic Activities of Isolates

**Conclusions and perspectives.** The presence of multiple enzymes in the bacteria studied suggests a strong potential for these bacteria to contribute to plastic degradation. Further research will focus on optimizing these enzymatic pathways and exploring genetic analysis to enhance bacterial efficiency in degrading various types of plastics. This could lead to innovative biotechnological solutions for mitigating plastic pollution.

**References.**(1) Emmanuel-Akerele, H., Akinyemi, P., and Igbogbo-Ekpunobi, O. E. (2022). Isolation and identification of plastic degrading bacteria from dumpsites Lagos. *Advances in Environmental Technology*, 8(1), 59-71.

(2)Gewert, B., Merle, M. and Matthew, M. (2015). Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment. *Environmental science*. 9-11

(3)Magnin, A., Pollet, E., Phalip, V. and Avérous, L. (2020). Evaluation of biological degradation of polyurethanes. *Biotechnology advances*, 39, 107457.

(4) Ali, S., Rehman, A., Hussain, S. and Bukhari, D. (2023). Characterization of plastic degrading bacteria isolated from sewage wastewater. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 30. 103628.

Table 1. Total number of isolates per sample sites

Location	Number of Isolates
Valsequillo Lagoon (VS1)	13
Valsequillo Lagoon (VS2)	11
Valsequillo Lagoon (VA1)	15
Valsequillo Lagoon (VA2)	11
Atoyac River (AA1)	6
Atoyac River (AA2)	6
Atoyac River (AA3)	5
Atoyac River (AA4)	4
Atoyac River (AS1)	5
Atoyac River (AS2)	4
Landfill (CAM)	21
Dumpsite (BAS)	13
Dumpsite (SOF)	15

## REDIRECCIÓN DEL METABOLISMO DE *Fusarium fujikuroi* PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y OTROS METABOLITOS

Aranza Hernández Rodríguez, Víctor Eric López y López\*.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.

vlopezyl@ipn.mx

Palabras clave: *Fusarium fujikuroi*, ácido giberélico, producción, modificación genética, metabolómica.

**Introducción.** *Fusarium fujikuroi* es un hongo fitopatógeno caracterizado por la biosíntesis de una amplia variedad de metabolitos secundarios. Es el principal productor industrial de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), una importante fitohormona que mitiga el estrés abiótico y estimula diversos atributos fenológicos de las plantas (1). Sin embargo, las estrategias de producción utilizadas en la actualidad generan concentraciones mínimas del compuesto en tiempos prolongados del proceso. Esto conduce a procesos no redituables y productos de alto costo dentro del mercado. Asimismo, la falta de información sobre el circuito de regulación y vinculación de las principales rutas metabólicas obstaculiza la modificación genética del microorganismo dirigida a la mejora del proceso de producción de la fitohormona a escala industrial (2). Por tal motivo, el objetivo de esta investigación es el estudio y establecimiento de los mecanismos globales de regulación de metabolitos mayoritarios asociados a la red de producción de GA<sub>3</sub>, con el propósito de desarrollar técnicas de modificación genética que permitan redirigir el metabolismo de *F. fujikuroi* para la producción en mayor porcentaje de compuestos de interés biotecnológico, lo cual posibilitará obtener mejores rendimientos y cubrir las necesidades de aplicación dentro del campo agroindustrial.

**Planteamiento del problema.** A pesar de las alternativas como modificación genética en estudios sobre la mejora de la producción de GA<sub>3</sub>, los rendimientos obtenidos siguen siendo deficientes. Además, el sustrato carbonado utilizado no es aprovechado ni para la producción de GA<sub>3</sub> o la formación de biomasa, generando un proceso poco favorable. Por lo tanto, se desconoce la dirección que toma en el metabolismo fúngico, lo cual restringe el panorama de manipulación genética orientada al mejoramiento de la biosíntesis de metabolitos de valor comercial.

**Justificación.** La deficiencia de un proceso de producción de GA<sub>3</sub> factible, limita significativamente la rentabilidad del mismo y satisfacción la demanda. Además, la falta de información sobre la vinculación de productos o subproductos del metabolismo de *F. fujikuroi* obstaculiza el desarrollo de técnicas moleculares dirigidas al aumento de la productividad de este. Por ello, es preciso elucidar la producción de otros metabolitos y relacionarlos con los mecanismos globales de regulación involucrados en la biosíntesis de GA<sub>3</sub>. De esta manera, incidir las vías metabólicas que permitan el redireccionamiento en mayor grado del metabolito de interés y optimizar el proceso de producción para futuras perspectivas industriales.

**Objetivo general.** Redirigir el metabolismo de *Fusarium fujikuroi* IMI 58289 para la producción de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) y otros metabolitos de interés.

**Objetivos particulares.** 1) Evaluar el metabolismo de productos clave a diferentes condiciones de producción de GA<sub>3</sub>. 2) Seleccionar genes específicos para disminuir/aumentar la producción de GA<sub>3</sub> de acuerdo al perfil de metabolitos mayoritarios. 3) Transformar cepas de *F.*

*fujikuroi* para disminuir/aumentar la producción de GA<sub>3</sub> de acuerdo al análisis genético. 4) Comparar la producción de GA<sub>3</sub> por cepas modificadas de *F. fujikuroi* en reactor de tanque agitado y airlift.

**Estrategia metodológica.** Inicialmente, se llevarán a cabo cinéticas de producción a nivel reactor en condiciones basales ya establecidas por el grupo de trabajo. Se realizarán análisis de ácidos orgánicos (HPLC), determinando rendimientos de producción de metabolitos mayoritarios. Con los resultados obtenidos, se desarrollará un estudio bibliográfico sobre las rutas metabólicas asociados a la biosíntesis de GA<sub>3</sub>, a fin de seleccionar genes de importancia para la producción de la fitohormona y establecer la técnica de modificación genética a implementar (supresión o sobreexpresión del gen). Una vez transformada la cepa, se seleccionarán las mutantes y se evaluará la producción de GA<sub>3</sub> a nivel biorreactor (Figura 1) con el objetivo de corroborar que los efectos metabólicos de la modificación genética induzcan un aumento en la producción del compuesto.

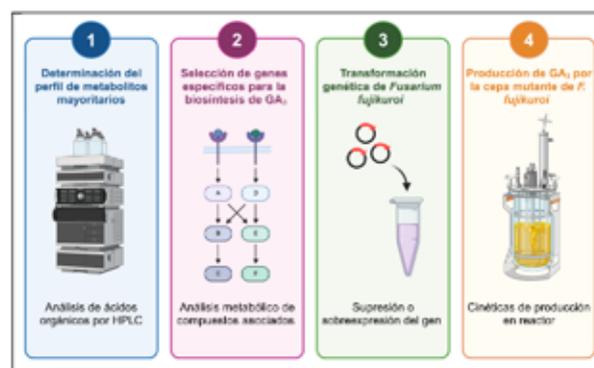


Figura 1. Estrategia experimental planteada.

**Resultados esperados.** Con el desarrollo del proyecto de investigación se espera dilucidar la diversidad de compuestos producidos por *F. fujikuroi* bajo las condiciones establecidas. También, lograr la vinculación de dichas vías metabólicas y redireccionar el metabolismo del microorganismo a la biosíntesis mayoritaria de GA<sub>3</sub>, así aumentar los rendimientos del mismo y mejorar la rentabilidad del proceso con potencial escalamiento a nivel industrial.

### Referencias.

- Shah SH, Islam S, Mohammad F, Siddiqui MH. 2023. Gibberellic Acid: A Versatile Regulator of Plant Growth, Development and Stress Responses. *J Plant Growth Regul.* 42: 7352–7373.
- Hernández Rodríguez A, Díaz Pacheco A, Martínez Tolibia SE, Melendez Xicohtencatl Y, Granados Balbuena SY, López y López VE. 2024. Bioprocess of Gibberellic Acid by *Fusarium fujikuroi*: The Challenge of Regulation, Raw Materials, and Product Yields. *J Fungi.* 10, 418.

# NANOENCAPSULAMIENTO DE EXTRACTOS DE *BYRSONIMA CRASSIFOLIA* CON ACTIVIDAD ANTIPROLIFERATIVA Y APOPTÓTICA EN EL TRATAMIENTO DEL ADENOCARCINOMA GÁSTRICO

Brenda Montserrat González Vázquez, Marlon Rojas López\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada Unidad Tlaxcala.

[mrojasl@ipn.mx](mailto:mrojasl@ipn.mx)

Palabras clave: Adenocarcinoma gástrico, *Byrsonima crassifolia*, antiproliferativo, apoptótico, nanoencapsulación, gelación iónica.

**Introducción.** El adenocarcinoma gástrico es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. Las terapias comúnmente utilizadas para este tipo de neoplasias son: radioterapia, quimioterapia, cirugía, entre otras; siendo costosas y generando efectos secundarios adversos en los pacientes. No obstante, existen fuentes de origen vegetal como *Byrsonima crassifolia* popularmente conocida como nanche, que contienen compuestos bioactivos como polifenoles, los cuales han demostrado propiedades antiproliferativas y proapoptóticas (1,2). Estos compuestos naturales ofrecen una fuente prometedora de agentes terapéuticos con menores efectos secundarios en comparación con los tratamientos convencionales; sin embargo, su baja biodisponibilidad limita su aplicabilidad clínica. Por lo que, este proyecto propone la nanoencapsulación de extractos de *Byrsonima crassifolia* mediante la técnica de gelación iónica lo que permitirá mejorar la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos, facilitando una entrega más eficiente y dirigida al sitio tumoral que puede maximizar la eficacia terapéutica, minimizando los efectos secundarios permitiendo una liberación controlada y paulatina de los compuestos de interés, optimizando su acción terapéutica hacia el sitio de acción (4). Este proyecto busca desarrollar una alternativa innovadora y eficaz para el tratamiento del adenocarcinoma gástrico, explorando los beneficios del uso de compuestos naturales y la nanotecnología para mejorar las propiedades farmacocinéticas y la eficacia del tratamiento (2, 3, 4).

Cuadro 1. Mecanismos de acción de *Byrsonima crassifolia* en el tratamiento del cáncer.

Vías de señalización	Mecanismos de acción
NF- $\kappa$ B; PI3K/Akt	Actúan sobre diversas rutas de señalización celular
PI3K/Akt; MAPK/ERK	Inhibición de la proliferación celular
Vía celular extrínseca	Inducción de apoptosis

**Planteamiento del problema.** El tratamiento del adenocarcinoma gástrico presenta diversos desafíos. Los extractos de *Byrsonima crassifolia* muestran actividad antiproliferativa y apoptótica, pero su baja biodisponibilidad restringe su aplicación en la industria médica. Es crucial mejorar la entrega y eficacia de estos compuestos naturales. La técnica de gelación iónica puede incrementar la biodisponibilidad y proporcionar una alternativa menos tóxica a los tratamientos convencionales.

**Justificación.** En los últimos años ha surgido la necesidad de desarrollar tratamientos más efectivos y menos tóxicos para el cáncer gástrico. El nanoencapsulamiento de *Byrsonima crassifolia* mediante gelación iónica puede mejorar la biodisponibilidad y eficacia de sus compuestos terapéuticos, ofreciendo una alternativa prometedora a las terapias convencionales que enfrentan problemas de resistencia y efectos secundarios.

**Objetivo general.** Desarrollar un método de nanoencapsulamiento del extracto de *Byrsonima crassifolia* para el tratamiento del adenocarcinoma gástrico en líneas celulares.

**Objetivos particulares.** 1. Obtener extractos de *Byrsonima crassifolia* mediante métodos convencionales (maceración, soxhlet) y ultrasonido. 2. Elaborar nanoencapsulados de extractos de *Byrsonima crassifolia* mediante gelación iónica. 3. Comparar la estabilidad de los extractos de *Byrsonima crassifolia* encapsulados y sin encapsular en condiciones semejantes a las del estómago. 4. Probar la actividad antiproliferativa y apoptótica de los nanoencapsulados en líneas celulares de adenocarcinoma gástrico.

**Estrategia metodológica.** Obtención de extractos de *Byrsonima crassifolia*. Realizar nanoencapsulación mediante gelación iónica utilizando quitosano y tripolifosfato de sodio (TPP). Evaluar diferentes concentraciones de quitosano para determinar la eficiencia de encapsulación y observarlos mediante SEM. Determinar actividad antioxidante mediante pruebas colorimétricas, posteriormente analizar con diferentes pH similares a los del estómago el efecto de la degradación de los nanoencapsulados. Realizar pruebas en líneas celulares AGS, MKN-45 y ensayos de viabilidad celular con diferentes biomarcadores (azul de tripano).

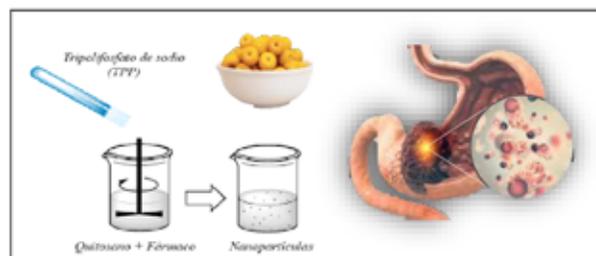


Figura 1. Nanoencapsulaciones de *Byrsonima crassifolia* para el tratamiento del adenocarcinoma gástrico.

**Resultados esperados.** Se pretende demostrar que la nanoencapsulación mediante gelación iónica es una estrategia efectiva para mejorar la biodisponibilidad y la eficacia terapéutica de los compuestos bioactivos de *Byrsonima crassifolia* en el tratamiento del adenocarcinoma gástrico, con una liberación controlada y dirigida, reducción de efectos secundarios y mejora en las propiedades antioxidantes.

## Referencias.

1. Agredano-de la Garza, C. S. et al. 2021. Acta Agrícola y Pecuaria, 7(1).
2. Amaral Muxfeldt Paim. et al. 2024. 25(4), 1339-1347.
3. Barros, A. P. H., et al. 2016. Revista EIA, 75-83
4. Carmona Ortiz, E. et al. 2022. SSR. 5789-45

## DISEÑO DE UNA MEMBRANA ETNOFARMACOLÓGICA: PROPIEDADES Y APLICACIONES

Britania Janet Gutiérrez Rafael, Marco García Juárez, Orlando Zaca Morán, Valentin López Gayou\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.

valgayou@hotmail.com

Palabras clave: *Aloe vera*, nanofibra, nanopartículas, electrohilado, cicatrización.

**Introducción.** El *Aloe vera* es reconocido por sus valiosas propiedades medicinales, que incluyen la capacidad de acelerar la cicatrización de heridas al reducir la inflamación y fomentar el crecimiento celular. Además, presenta acción antibacteriana y actúa como estabilizador y reductor de metales. La incorporación de sus compuestos bioactivos en nanoestructuras, como nanopartículas y en matrices poliméricas electrohiladas, puede potenciar la eficacia terapéutica del *Aloe vera*, facilitando una interacción más efectiva con las heridas. Este enfoque promete enriquecer aún más la versatilidad de nanomateriales bioconjugados con compuestos bioactivos de plantas en el tratamiento de heridas (1). En este trabajo se obtuvieron, caracterizaron y evaluaron *in vivo* membranas a partir de nanofibras electrohiladas de PVP, gel/extracto de piel y nanopartículas de AuNP's bisintetizadas con gel/extracto de piel de *Aloe vera*.

**Metodología.** Se obtuvieron liofilizados de gel y extracto de piel de *Aloe vera* y se caracterizaron por TLC, FTIR Y UV-vis. Se realizaron pruebas de biosíntesis a diferentes relaciones de gel y extracto de piel de *Aloe vera*/H(AuCl<sub>4</sub>) en condiciones ambientales normales. Para obtener las membranas electrohiladas, se realizó la mezcla en una relación 7:1.5:1.5 (w/w/w) de PVP y gel/extracto de piel, para las membranas con AuNP's, se realizó la biosíntesis y se agregó a una solución de PVP. Las condiciones de electrohilado fueron 15 kV y un flujo de salida de 0.1 ml/h, por 15 min. Las membranas obtenidas se analizaron por SEM. Finalmente, las membranas electrohiladas de PVP y gel-extracto de piel de *Aloe vera* fueron evaluadas *in vivo* por un periodo de 29 días y se analizó el cierre de la herida los días 0, 3, 7, 15, 21 y 29.

**Resultados y discusión.** El análisis por TLC y UV-vis de los liofilizados reveló compuestos mayoritarios de naturaleza antraquinona en extracto de piel de *Aloe vera*. Los espectros FTIR-ATR mostraron bandas en la región de carbohidratos, principalmente en el gel.

tamaño de 10-20 nm en una relación 6:4 (v/v) gel/extracto de piel de *Aloe vera*/H(AuCl<sub>4</sub>). El diámetro de las fibras obtenidas a partir de PVP-gel/extracto de piel de *Aloe vera* fue de 189 nm. Sin embargo, al incorporar las nanopartículas de oro (AuNPs), este diámetro aumentó a 303 nm, formando patrones circulares en la membrana. Se observaron agregaciones incrustadas de AuNPs distribuidas aleatoriamente en las fibras.

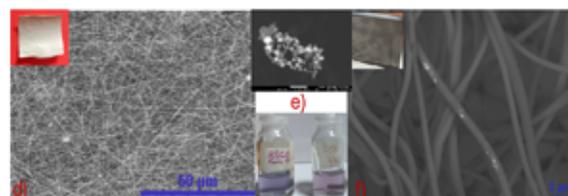


Figura 2. d) membrana PVP-gel/piel *Aloe vera*, e) AuNP's gel-piel *Aloe vera* y f) membrana PVP- AuNP's/gel *Aloe vera*.

En el modelo *in vivo*, la membrana de PVP y PVP-gel/extracto de piel de *Aloe vera* mejoraron visiblemente la cicatrización a partir del día 7 en comparación con el control negativo y el control positivo (Recuperón).

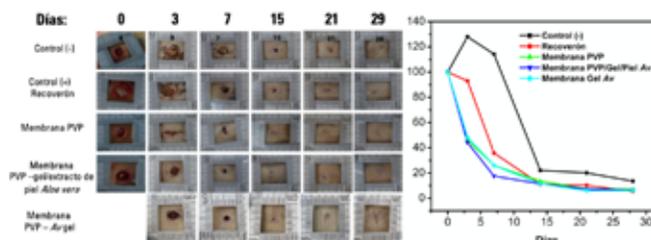


Figura 3. Cinética de cicatrización

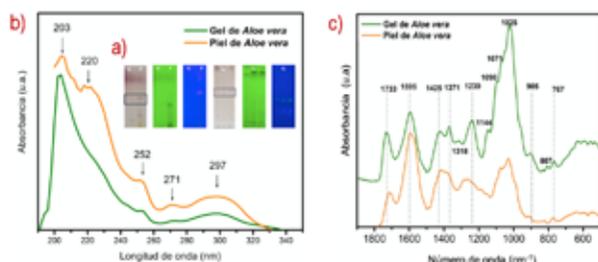


Figura 1. Análisis de gel y extracto de piel de *Aloe vera* por: a) TLC b) UV-vis y c) FTIR-ATR.

La presencia de estos compuestos posterior al proceso de extracción, permitió la biosíntesis de AuNP's al observar el cambio de color violeta en la solución, presentando formas esféricas y cuasi-esféricas y un

**Conclusiones y perspectivas.** Al integrarse en una matriz nanoestructurada, la herida tratada con la membrana de PVP-gel/extracto de piel de *Aloe vera* mostró una notable mejora en el cierre de la herida respecto a los controles. Esta configuración facilitaría una liberación eficiente de sus compuestos bioactivos, perfilándolo como una fuente prometedora para el desarrollo de materiales biomédicos en medicina regenerativa y terapia de heridas.

**Agradecimientos.** A BEIFI (proyecto SIP-IPN 20240719) y CONHACYT por el apoyo económico para llevar a cabo esta investigación.

### Referencias.

1. Agnes-Mary, S.; Giri-Dev, V.R. Electrospun herbal nanofibrous wound dressings for skin tissue engineering. *J. Text. Inst.* 2014, 106, 886–895.

## PRODUCCIÓN DE HERNANDULCINA POR MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS

Carlos Jonnathan Castro-Juárez, Silvia Luna-Suárez\*, Nemesio Villa-Ruano

Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada

[sluna@ipn.mx](mailto:sluna@ipn.mx)

Palabras clave: *Hernandulcina*, *Phyla scaberrima*, *Agrobacterium rhizogenes*, *Edulcorante no calórico*.

**Introducción.** El consumo de edulcorantes naturales no calóricos sigue atrayendo a los consumidores (1). La hernandulcina (HE) es un sesquiterpeno aislado en México por primera vez de las hojas y flores de *Phyla scaberrima*, dicho compuesto presenta un dulzor 1000 veces superior a la sacarosa. No obstante, la producción escalable es un desafío debido a su escasa recuperación de manera convencional y protocolos de síntesis química de bajo rendimiento. Por lo que el objetivo de este trabajo es: generar una plataforma biotecnológica para la producción de hernandulcina.

**Metodología.** Se generaron cultivos de raíces pilosas de *P. scaberrima* con *Agrobacterium rhizogenes* cepa 1500. Se eligieron 10 líneas al azar y se ensayaron 10 réplicas de cada línea. Se determinaron las mejores condiciones y elicitores que incrementaron la producción de HE a partir de lotes crecidos por 15 días. Monitoreando la producción por HPLC y corroborando su identidad por cromatografía GC-MS. Consecutivamente, se realizaron cultivos por lotes de 25 días para determinar las mejores condiciones. Finalmente, se generaron raíces pilosas de *P. scaberrima* por *A. rhizogenes* cepa 1500 que contienen la secuencia codificante de la (+)-epi- $\alpha$ -bisabolol sintasa de la misma planta.

**Resultados y discusión.** La transformación genética de hojas y brotes de *P. scaberrima* mediante *A. rhizogenes* fue exitosa, destacando la importancia de la acetosiringona en el proceso. Se seleccionaron diez líneas de raíces pilosas para experimentos de cultivo, donde se observó que estas raíces acumulaban HE, confirmada por HPLC. Anteriormente, se había reportado que las raíces cultivadas durante 28 días acumulaban un 2.9% de HE en condiciones específicas (2). Los cultivos en MS líquido fueron analizados por primera vez en esta investigación, mostrando que el uso de una cepa diferente a la A4 de *A. rhizogenes* resultó en un aumento en la producción de HE (3). Las líneas PS7, PS9 y PS10 mostraron los niveles más altos de HE, lo que sugiere que la elicitación es una técnica efectiva para mejorar la síntesis de compuestos bioactivos.

**Cuadro 1** Tiempo para producir la mitad de la acumulación máxima de HE en días ( $D_{50}$ ) para tres líneas de raíces pilosas de *P. scaberrima* en condiciones de cultivo por lotes.

Línea de raíz	Concentración media mg/L	$D_{50}$
PS7	115.25 mg	11.10 días
PS9	118.45 mg	10.18 días
PS10	121.45 mg	8.08 días

Factores como el pH, la temperatura y la concentración de carbono influyeron significativamente en la acumulación de HE y biomasa, siendo 25 °C y 4% de sacarosa las condiciones óptimas. El ácido salicílico no mostró un efecto positivo en la síntesis de HE en algunas

líneas, mientras que la adición de Glucanex y quitina aumentó la producción de HE sin afectar significativamente la biomasa.

La introducción de farnesol y (+)-epi- $\alpha$ -bisabolol también estimuló la síntesis de HE, con resultados que respaldan hallazgos anteriores (4). Finalmente, los cultivos en lotes de 25 días de fermentación en condiciones específicas lograron producciones significativas de HE, alcanzando hasta 250 mg-L<sup>-1</sup> en la línea PS10.

**Conclusiones y perspectivas.** Las raíces pilosas suelen preferirse como plataformas biotecnológicas para obtener metabolitos secundarios en lugar de la extracción directa de plantas cultivadas de forma natural, esto para evitar protocolos de extracción complejos. En este trabajo, se logró la generación de raíces pilosas a partir de *P. scaberrima* de diez líneas seleccionadas al azar, tres mostraron las mejores propiedades para mejorar la producción de HE en condiciones controladas. La evaluación de diferentes elicitores y precursores biosintéticos reveló su capacidad diferencial para mejorar la acumulación de HE y aumentar la biomasa radicular. La quitina y el glucanex parecieron ser los mejores elicitores para inducir la síntesis y acumulación de HE sin depender de la acumulación de biomasa. En el mismo contexto, los cultivos en lotes alimentados con farnesol y (+)-epi- $\alpha$ -bisabolol produjeron los niveles más altos de HE independientemente de la acumulación de biomasa. Las estrategias reportadas en la presente investigación triplicaron las cantidades de HE obtenidas en raíces pilosas no elicidadas de *P. scaberrima*. El siguiente paso será evaluar la producción de raíces pilosas de *P. scaberrima* por *A. rhizogenes* que contienen la secuencia codificante de la (+)-epi- $\alpha$ -bisabolol sintasa de la misma planta. Ya que se logró la Transformación genética de *A. rhizogenes* conteniendo el gen de la epi- $\alpha$ -bisabolol sintasa. Seguidamente, se logró el crecimiento de raíces pilosas sisgénicas de *P. scaberrima* conteniendo a la EBS. Por lo que el siguiente paso será evaluar la sobreproducción de hernandulcina bajo la presión de diferentes elicitores en condiciones de cultivo discontinuo.

**Agradecimientos.** Se agradece a CONAHCYT por la beca 813580 de estudios de posgrado.

### Referencias.

- Tandel, KR. 2011. Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits. *J Pharmacol Pharmacother.* 2(4): 236–243.
- Sauerwein, M, Flores, HE, Yamazaki, T, Shimomura, K. 1991. *Lippia dulcis* shoot cultures as a source of the sweet sesquiterpene hernandulcin. *Plant Cell Rep.* 9:663–666.
- Biswas, D, Chakraborty, A, Mukherjee, S, Ghosh, B. (2023) Hairy root culture: a potent method for improved secondary metabolite production of Solanaceous plants. *Front. Plant Sci.* 14:1197555.
- Villa-Ruano, N, Castro-Juárez, CJ, Lozoya-Gloria, E, Cruz-Durán, R, RamírezGarcía, SA, Varela-Caselis, JL. 2021. Hernandulcin production in cell suspensions of *Phyla scaberrima*: exploring hernandulcin accumulation through physical and chemical stimuli. *Chem. Biodiversity.* e202302095.

## GENERACIÓN DE BIOSENSORES COLOIDALES PARA LA DETECCIÓN DE *Helicobacter pylori* EN MUESTRAS DE PACIENTES

Cecilia Díaz Pérez, Zeus Saldaña Ahuactzi, Adbú Orduña Díaz\*.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, CIBA-Tlaxcala.

aordunad@ipn.mx

Palabras clave: *Helicobacter pylori*, CagA, VapD, biosensor coloidal, nanopartícula magnética.

**Introducción.** La bacteria *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), causante de enfermedades infecciosas gastrointestinales en humanos como son gastritis crónica, la metaplasia intestinal gástrica y cáncer gástrico, entre otras (1). Algunas cepas con los genotipos *cagA* y *vapD* positivos de *H. pylori* están asociados a un mayor riesgo de úlcera y cáncer gástrico (2), estas enfermedades suelen ser asintomáticas dificultando su detección y correcto tratamiento (1). Los métodos de detección son importantes para el diagnóstico (Tabla 1), tratamiento y seguimiento para la eliminación de esta (3). Por otra parte, los biosensores han comenzado a ser una alternativa en diversos sectores entre ellos el de salud, por sus propiedades mecánicas, electroquímicas, ópticas y magnéticas. Las nanopartículas magnéticas (NPM) como biosensores permiten la identificación específica, la concentración y la separación de moléculas blanco de muestras complejas debido a sus propiedades magnéticas, gran área de superficie por volumen, resistencia, y solubilidad (4).

Tabla 1. Métodos más comunes en el diagnóstico en infección por *H. pylori*, modificada de Rivera, 2004.

	Invasivos	No invasivos
Directos	Biopsia gástrica: *Cultivo, histología, Téc. moleculares	Técnicas moleculares en: *Jugos gástricos, saliva, heces Antígeno en heces
Indirectos	Ureasa rápida	Prueba de aliento con urea, Serología, Anticuerpo en saliva

**Planteamiento del problema.** La falta de un diagnóstico oportuno en pacientes con *H. pylori* incrementa el riesgo de úlceras pépticas y cáncer gástrico, debido a los falsos negativos o baja sensibilidad de las técnicas directas de diagnóstico empleadas hoy en día, propiciando un fracaso en el tratamiento farmacológico.

**Justificación.** Los métodos de detección son de gran importancia para un oportuno diagnóstico, correcto tratamiento y seguimiento para la eliminación de *H. pylori*, al no tener un estándar de oro para el diagnóstico, se propone el desarrollo de biosensores coloidales complementarios con propiedades magnéticas. Para contribuir a la detección de la bacteria *H. pylori* en muestras de heces y detectar anticuerpos frente a CagA y VapD, asociadas a cáncer y úlcera gástrica, en muestras serológicas, contribuyendo a un correcto diagnóstico y seguimiento de la eliminación de la bacteria.

**Objetivo general.** Detectar la presencia de *H. pylori* y anticuerpos generadores contra los antígenos CagA y VapD en muestras biológicas de pacientes infectados con esta, mediante el desarrollo de biosensores coloidales, para un mejor diagnóstico y seguimiento de la enfermedad.

**Objetivos particulares.** 1.- Identificar y clonar en un vector de expresión por separado las secuencias codificantes conservadas para las proteínas (CagA y VapD).

2.- Purificar proteínas recombinantes de CagA y VapD de *H. pylori*.

3.- Generar anticuerpos policlonales contra cepas de *H. pylori*.

4.- Sintetizar y bio-funcionalizar nanopartículas magnéticas con las proteínas recombinantes o los anticuerpos anti-*H. pylori*.

5.- Detectar *H. pylori* o anticuerpos generados contra esta bacteria en muestras de pacientes infectados con el biosensor coloidal magnético.

6.- Validar el biosensor mediante métodos convencionales.

**Estrategia metodológica.** Se realizará una búsqueda de secuencias aminoácidas conservadas de CagA y VapD en los proteomas de cepas aisladas en México y la búsqueda de las secuencias codificantes para cada una de las proteínas. Posteriormente se diseñarán oligonucleótidos que serán usados para la amplificación de los genes de interés y su posterior clonación en un vector de expresión para cada una. Se llevará a cabo la expresión y purificación de las proteínas recombinantes. Por otro lado, se realizará la síntesis de nanopartículas magnéticas, para posteriormente inmovilizar las proteínas recombinantes o anticuerpos policlonales generados contra *H. pylori* (Figura 1). Las nanopartículas se caracterizarán mediante Infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), finalizando con la validación de los biosensores y su funcionamiento usando muestras clínicas de pacientes infectados y no infectados.

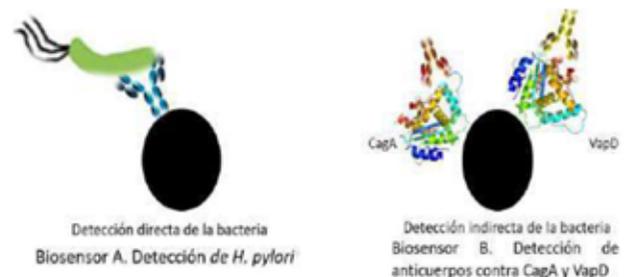


Figura 1. Representación de dos biosensores complementarios alternativos para la detección y seguimiento de *H. pylori*.

**Resultados esperados.** NPM biofuncionalizadas con anticuerpos anti-*H. pylori* y proteínas recombinantes CagA/VapD. Caracterización de las NPM por FTIR. Límites de detección de *H. pylori* y linealidad del ensayo colorimétrico con los biosensores y la validación de los resultados por técnicas convencionales.

### Referencias.

- Camilo, V., Sugiyama, T., Touati, E., (2017). Pathogenesis of infection. *Helicobacter*, 22, art. no. e12405.
- García, C. Apolinaria, B. T., Delgado S. C., Kawaguchi, P. F., Trabal, F. N., Montenegro, H. S., González, C. C., (2006). Genotipificación de aislados clínicos de *Helicobacter pylori* en base a genes asociados a virulencia *cagA*, *vacA* y *babA2*. *Revista médica de Chile*, 134(8), 981.
- Sabbagh, P., Mohammadnia A. M., Javanian, M., Babazadeh, A., Koppolu, V., Vasigala, V. K. R., Nouri, (2018). Diagnostic methods for *Helicobacter pylori* infection: ideals, options, and limitations. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, p 48-52.
- Thanh, B. T., Van, S. N., Ju, H., Bashir, M. J. K., Jun, H. K., Phan, T. B., (2019). Immobilization of Protein A on Monodisperse Magnetic Nanoparticles for Biomedical Applications. *Journal of Nanomaterials*, e2182471.

## MOVILIDAD DE BACTERIAS DEPRIDADORAS EN PLÁNTULAS DE NARANJO AGRIO

Cynthia Guadalupe Rodríguez Quibrera, Xianwu Guo\* y José Luis Hernández Mendoza

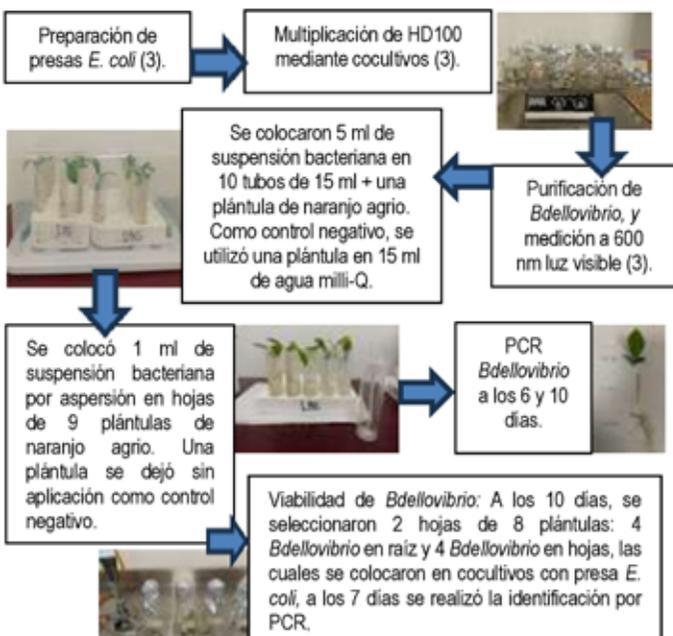
Instituto Politécnico Nacional, Centro de Biotecnología Genómica. Blvd. del Maestro SN, Narciso Mendoza, CP. 88710 Reynosa, Tamps., México.

[xquo@ipn.mx](mailto:xquo@ipn.mx)

Palabras clave: BALOS, naranjo, *Candidatus Liberibacter asiaticus*.

**Introducción.** El HLB es causado por la bacteria Gram-negativa *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs). Actualmente no existe un tratamiento efectivo para combatir esta enfermedad (1). Se tiene el antecedente del empleo de bacterias depredadoras como *Bdellovibrio* (cepa HD100), utilizadas como agentes de biocontrol de enfermedades agrícolas (2). El objetivo de este trabajo es comprobar la movilidad de *Bdellovibrio* en plántulas de naranjo agrio, lo que dará la pauta para el posible uso de esta bacteria como agente de biocontrol del HLB.

**Metodología.** Se utilizaron 21 plántulas de naranjo agrio, desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5 %.



**Resultados y discusión.** Los resultados de PCR de las secciones de las plántulas indicaron la presencia de *Bdellovibrio* con fragmentos de amplificación de 800 pb del gen 16S del rRNA, en tallo y hojas, cuando este se aplicó en raíz, y cuando fue aplicado en las hojas, se encontró en tallo y raíz (Cuadro 1). La movilidad de *Bdellovibrio* fue más rápida cuando fue aplicado en las hojas que en raíz, lo que se pudo conocer al identificar mediante PCR la presencia de *Bdellovibrio* en todos los tallos de las plántulas. Se conoce que la vía de administración foliar de nutrientes es de rápida absorción y, además, se ha demostrado que presenta una acción más inmediata que cuando es aplicada en raíz (4). Sin embargo, es importante mencionar que con los dos métodos se puede comprobar que *Bdellovibrio* se transporta dentro de la planta de naranjo agrio.

Cuadro 1. Resultados de PCR a los 6 y 10 días de la aplicación de *Bdellovibrio* en raíz (49-63/80-94) y en hojas mediante aspersión (64-78/96-107) en plántulas de naranjo agrio.

No. Muestra	Materia	Seccion planta	PCR 6 días	PCR 10 días	No. Muestra	Materia	Seccion planta	PCR 6 días	PCR 10 días
49/90	1 H	1	+	+	64/96	1 H	1 H	+	+
50/91	1 T	2	+	+	65/97	1 T	1 T	+	+
51/92	1 R	3	+	+	66/98	1 R	1 R	-	+
52/93	2 H	1	-	-	67/99	2 H	2 H	+	+
53/94	2 T	2	-	-	68/100	2 T	2 T	+	+
54/95	2 R	3	+	+	69/101	2 R	2 R	-	+
55/96	3 H	1	-	-	70/102	3 H	3 H	+	+
56/97	3 T	2	-	-	71/103	3 T	3 T	+	+
57/98	3 R	3	+	+	72/104	3 R	3 R	+	-
58/99	4 H	1	-	-	73/105	4 H	4 H	+	+
59/90	4 T	2	+	+	74/106	4 T	4 T	+	+
60/91	4 R	3	+	+	75/107	4 R	4 R	-	-
61/92	5 H	1	-	-	76	5 H	5 H	-	-
62/93	5 T	2	+	+	77	5 T	5 T	+	+
63/94	5 R	3	+	+	78	5 R	5 R	-	-

\*H= Hoja, T= Tallo, R= Raíz.

En los cocultivos utilizando se observó la formación de detritos celulares, indicando la depredación y con ello la viabilidad de *Bdellovibrio* a los diez días después de la aplicación, los resultados fueron corroborados por PCR (Figura 1).

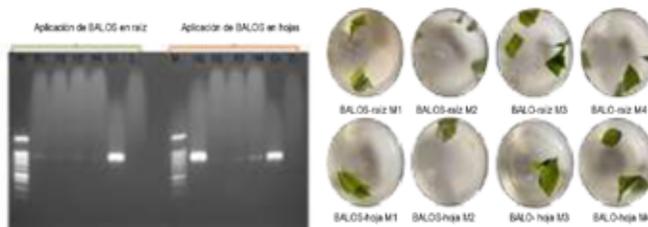


Figura 1. PCR para la identificación de *Bdellovibrio* y formación de detritos celulares en los cocultivos.

**Conclusiones y perspectivas.** De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que *Bdellovibrio* puede moverse y permanecer vivo dentro de la plántula de naranjo agrio. El siguiente paso es determinar si esta bacteria tiene efecto depredador en CLAs, para ser utilizada como agente de biocontrol del HLB.

**Agradecimientos.** Se agradece a M en E. Isabel Cristina Rodríguez Luna y al M en C. Alejandro Sánchez Varela, Beca Nacional para Estudios de Posgrado CONAHCYT, beca BEIFI, e INIFAP.

### Referencias.

- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease. *Journal of Plant Pathology* 88(1): 7-37.
- Jurkevitch, E. 2012. Isolation and classification of *Bdellovibrio* and like organisms. *Current Protocols in Microbiology*, 26(1), 7B-1.
- Song, W.-Y. 2004. Identification and Characterization of *Bdellovibrio bacteriovorus*, a Predator of *Burkholderia glumae*. *Journal of Microbiology and Biotechnology | Korea Science*. <https://koreascience.kr/article/JAKO200411923002078.page>
- Fernández, Victoria, Sotiropoulos, Thomas, Brown, Patrick, 2015, Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo, SN - 979-10-92366-03-7.

## INTERACCIÓN ENTRE BIOESTIMULANTES A BASE DE QUITOSANO, *TRICHODERMA*, *BACILLUS* Y EXTRACTOS DE ALGAS EN CULTIVO DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICON*)

Daniel Alejandro Anaya Castro, Escobedo Bonilla Cesar Marcial\*, Armenta Bojórquez Adolfo Dagoberto  
Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa

cescobe@ipn.mx

Palabras clave: *Quitosano*, *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., Bioestimulante, Extractos, Fitohormonas, AIA, Giberelinas.

**Introducción.** En México, el cultivo de tomate representa una fuente significativa de ingresos y empleo, con una producción que alcanzó 3.5 millones de toneladas en 2023. En la actualidad, su producción enfrenta a múltiples desafíos relacionados con el aumento de la demanda, la escasez de recursos naturales, la necesidad de reducir el uso de productos químicos y la necesidad por productos más sanos. Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que cuando se aplican a las plantas o al suelo, estimulan procesos naturales que benefician la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo<sup>2</sup>. *Trichoderma* es un género de hongos benéfico y es bien conocido por su capacidad de biocontrol de patógenos y su promoción del crecimiento vegetal mediante la producción de compuestos bioactivos. Por otro lado, *Bacillus* es un género de bacterias crucial en la promoción del crecimiento, la protección de las plantas a través de la producción de antibióticos, la inducción de resistencia sistémica y la producción de fitohormonas promotoras del crecimiento. Los extractos de algas son ricos en fitohormonas y nutrientes. El quitosano se ha utilizado en los últimos años como bioestimulante demostrando efectos positivos en la resistencia a enfermedades y la promoción del crecimiento vegetal<sup>3</sup>.

**Planteamiento del problema.** El cultivo de tomate requiere gran cantidad de fertilizantes lo cual tiene consecuencias negativas para el medio ambiente, los suelos y los consumidores. En los últimos años el uso de bioestimulantes ha ido en aumento ya que ayudan a disminuir la cantidad de fertilizantes químicos, mejora la calidad de frutos y ayuda a satisfacer la demanda del mercado con productos que tengan una menor dependencia de agroquímicos.

**Justificación.** El cultivo de tomate es uno de los más importantes a nivel mundial debido a su alto consumo y valor nutricional. Este enfrenta diversos desafíos como la degradación del suelo, el estrés abiótico y biótico, y la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso de recursos. El uso de bioestimulantes ha ido en aumento debido a las demandas del mercado y el uso de algas marinas, algunos microorganismos benéficos, como *Bacillus* y *Trichoderma* y en los últimos años el quitosano. Por lo cual es necesario conocer las interacciones para tener un mejor aprovechamiento de ellos y reducir la cantidad de fertilizantes químicos utilizados.

**Objetivo general.** Evaluar la interacción entre quitosano, *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. y extractos de algas en plántula y producción de tomate.

### Objetivos particulares.

1. Aislar y seleccionar cepas de *Trichoderma* pp. y *Bacillus* spp. provenientes de cultivos y suelos de Sinaloa que promueven el crecimiento del tomate.
2. Identificar molecularmente las mejores cepas de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp.
3. Comparar extractos de algas comerciales y producidas en laboratorio en plántula de tomate.

4. Seleccionar la mejor dosis y el mejor peso molecular de quitosano que promuevan el crecimiento en el cultivo de tomate.
5. Evaluar la interacción entre las mejores cepas de *Trichoderma* y *Bacillus*, dosis de quitosano y extractos de algas en plántula de tomate en condiciones de invernadero.
6. Evaluar los mejores tratamientos de la interacción entre quitosano, *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. y extractos de algas en condiciones de campo en la producción de tomate.

**Estrategia metodológica.** Los experimentos se llevarán a cabo en el invernadero y campo experimental del CIIDIR-Sinaloa, para el aislamiento de cepas de *Trichoderma* se utilizará la técnica de Papavizas y Dayer<sup>4</sup> y para *Bacillus* se usará la técnica de Ohba y Aizawa<sup>1</sup>, se tomarán muestras de suelo de la rizosfera en cultivos del valle agrícola de Sinaloa y el aislamiento de los microorganismos se hará en el laboratorio de nutrición vegetal del CIIDIR-Sinaloa, a las cepas aisladas se les harán pruebas para conocer cuáles tienen la capacidad de producir AIA y giberelinas para su selección y posterior prueba en plántula de tomate donde las mejores cepas se identificarán molecularmente. Se llevarán a cabo pruebas de cada bioestimulante por separado a nivel plántula, se probarán las cepas de *Trichoderma* y *Bacillus* aisladas. Tres extractos de algas comerciales y dos extractos de *Macrocystis* y *Sargassum* obtenidas en laboratorio. Para el quitosano probarán 3 diferentes pesos moleculares bajo, medio y alto, además de uno extraído en laboratorio. Una vez obtenidos los resultados por separado se harán interacciones entre los mejores bioestimulantes evaluados a nivel plántula, de los mejores tratamientos obtenidos de estas interacciones se llevará a cabo un experimento en campo para evaluar su producción de fruto de tomate.

**Resultados esperados.** Se obtendrán diferentes mezclas entre bioestimulantes con capacidad de promover el crecimiento de tomate las cuales podrán disminuir la cantidad de fertilizantes químicos a utilizar.

### Referencias.

1. Claus, D., y Berkeley, R. C. W., 1986, Genus *Bacillus* Cohn 1872, in: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Vol. 2 (P. H. A. Sneath, ed.), Bergey's Manual Trust, Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 1105–1139.
2. Du Jardin, P. (2015) *Plants Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulations*. Scientia Horticultura, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
3. El Hadrami, A., Adam, L. R., El Hadrami, I., & Daayf, F. (2010). Chitosan in plant protection. *Marine drugs*, 8(4), 968–987. <https://doi.org/10.3390/md8040968>
4. Papavizas G., y Davey C. 1959. Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of soil fungi. *Soil Science* 88: 112-117.

## APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS PARA DISMINUIR LA CARGA DEL VIRUS DE LA NECROSIS INFECCIOSA HIPODÉRMICA Y HEMATOPOYÉTICA (IHHNV) DE CAMARONES (*PENAEUS VANNAMEI*)

Diana Laura Báez Moreno, Pindaro Álvarez Ruiz\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa

palvarez@ipn.mx

Palabras clave: camarón blanco, proteínas recombinantes, silenciamiento de genes, inmunoestimulantes

**Introducción.** El camarón de cultivo tiene una importancia económica que ha ido en aumento derivado de su demanda. Durante el 2023 México se posicionó como una de las naciones con mejor producción de camarón con más de 192 mil 600 t generadas con un valor económico equivalente a más de 19 mil 800 millones de pesos (1). Sin embargo, la demanda y aumento de intensidad en los cultivos favorece la manifestación de patógenos que perjudican la producción conduciendo a pérdidas monetarias. En este sentido, IHHNV incluido como un patógeno de declaración obligatoria por la Organización Mundial de Sanidad Animal (2), afecta a *Penaeus vannamei* causando el síndrome de deformidad enana ocasionando hasta el 50% de pérdidas económicas (3). No obstante, su impacto se ha minimizado ya que no es letal para camarón blanco, a pesar de ello, el impacto financiero debido a la disparidad de tallas aunado a que los métodos de control convencionales son insuficientes requieren la búsqueda de alternativas para erradicarlo.

**Planteamiento del problema.** Aunque IHHNV es un virus que no es letal para el camarón blanco, en algunos casos llega a causar pérdidas económicas de hasta un 50% en los cultivos. Los métodos de control actuales son insuficientes y casi inexistentes, por lo cual, es una demanda la evaluación de estrategias biotecnológicas que permita combatirlo eficientemente.

**Justificación.** *P. vannamei* es el crustáceo más cultivado en el mundo, por su demanda, la producción aumenta cada año. Sin embargo, este aumento promueve el incremento de las densidades de cultivo favoreciendo la aparición de enfermedades. Históricamente las enfermedades virales han sido las más dañinas ya que causan mortalidad y baja calidad en los organismos. En este sentido, IHHNV retrasa el crecimiento y causa deformidades en *P. vannamei* provocando pérdidas económicas de hasta el 50%, además este virus se transmite de manera vertical a la progenie y puede aumentar la susceptibilidad a otros patógenos. Los métodos de control convencionales no han logrado erradicarlo de los laboratorios de producción de postlarvas y es debido a esto, que es una demanda de los productores de postlarvas el diseño de una estrategia biotecnológica para combatir al virus de reproductores y obtener lotes de postlarvas libres de IHHNV. Por lo anterior, el presente estudio busca la aplicación de herramientas biotecnológicas como proteínas recombinantes, inmunoestimulantes y silenciamiento de genes virales mediante dsRNA, combinadas con el manejo de parámetros físico químicos como la temperatura y salinidad, para disminuir la carga de IHHNV de camarones reproductores infectados y obtener lotes de postlarvas libres del virus.

**Objetivo general.** Aplicar herramientas biotecnológicas para disminuir la carga del virus de la necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética (IHHNV) en camarones (*Penaeus vannamei*).

**Objetivos particulares.** Evaluar la carga viral en camarones infectados experimentalmente con IHHNV, antes y después de ser

sometidos a un periodo de hipotermia (18-20 °C), hipertermia (32-34 °C), alta salinidad (45 UPS) y baja salinidad (5 UPS). Evaluar la carga viral en camarones infectados experimentalmente con IHHNV, antes y después de ser tratados con rIHHNV (proteína recombinante), inmunoestimulantes y dsRNA. Evaluar la carga viral en camarones infectados experimentalmente con IHHNV, antes y después de ser tratados con combinaciones de rIHHNV, inmunoestimulantes y dsRNA en diferentes temperaturas y salinidades. Aplicar el mejor tratamiento a reproductores de *Penaeus vannamei* infectados experimentalmente con IHHNV y evaluar la presencia del virus en la progenie.

**Estrategia metodológica.** Se producirá la proteína recombinante correspondiente a la proteína de la cápside del virus. Se llevará a cabo la producción de dsRNA (ORF 2 y 3). Posteriormente se realizará extracción de RNA y DNA de hemocitos para proceder a la evaluación de la expresión de genes de respuesta inmune del camarón, y finalmente se cuantificará la carga viral, para esto se realizarán bioensayos que permitirán evaluar el efecto de cada tratamiento (fig. 1).

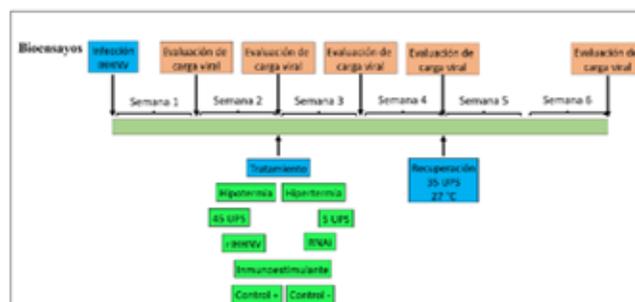


Figura 1. Diseño experimental para evaluar las propiedades antivirales de los tratamientos

**Resultados esperados.** Se espera que la carga viral de camarones infectados con IHHNV pueda ser disminuida hasta niveles no detectables implementando estrategias biotecnológicas y adicionalmente la obtención de lotes de postlarvas libres del virus.

### Referencias.

1. CONAPESCA. 2023. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/se-posiciona-mexico-como-el-segundo-mejor-productor-de-camaron-en-latinoamerica?idiom=es-MX>. Revisado: viernes, 21 de junio, 2024.
2. Lightner, D.V., Redman, R.M., Poulos, B.T., Nunan, L.M., Mari, J.L., Hasson, K.W., 1997. Risk of spread of penaeid shrimp viruses in the Americas by the international movement of live and frozen shrimp. Rev. Sci. Tech. - Off. Int. Epizoot. 16, 146–160.
3. Lightner, D.V., 2011. Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): A review. J. Invertebr. Pathol. 106, 110–130. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2010.09.012>.

## PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS BIOPOLÍMEROS CON ACTIVIDAD SURFACTANTE PRODUCIDOS POR MICROORGANISMOS AUTÓCTONOS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA RÍA LAGARTOS (YUCATÁN, MÉXICO)

Eduardo Quitzé Vivanco Núñez, Paulina Gutiérrez Macías, Blanca Estela Barragán Huerta\*

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas

bbarraganh@ipn.mx

Palabras clave: *Surfactantes, Emulsificantes, Ría Lagartos, Halófilas, Yucatán*

**Introducción.** En la actualidad, las actividades humanas han impactado grandes extensiones de tierra, resultando en la presencia de altas cantidades de contaminantes, desde desperdicios hasta compuestos químicos altamente persistentes en el ambiente. Ante esta problemática, el estudio de los biosurfactantes ofrece una oportunidad en diferentes campos de aplicación, representando una alternativa más sustentable en comparación con sus homólogos sintéticos (Cartaya et al., 2015).

Por ello, se ha puesto un gran esfuerzo en desarrollar alternativas más sostenibles y con mayor degradabilidad. Estudios preliminares han evidenciado la capacidad emulsificante de compuestos sintetizados por microorganismos autóctonos de muestras de agua y sedimento de Ría Lagartos, Yucatán.

**Metodología.** Se tomaron muestras de agua y sedimento de Ría Lagartos (21.5802, -88.0013), las cuales fueron analizadas para determinar los niveles de nitrógeno total, fósforo total, grasas y aceites, coliformes totales, carbono orgánico total, potasio, calcio, magnesio, temperatura del agua, pH, conductividad, TDS, salinidad y porcentaje de oxígeno disuelto, de acuerdo con las Normas Mexicanas vigentes (NMX). A partir de las muestras colectadas, se incubaron en Medio Salino Mineral con 2% de NaCl y se aislaron en placas Petri. Las cepas fueron incubadas y se realizaron cinéticas de crecimiento (absorbancia a 600 nm), pruebas de emulsificación (E24) y medición de tensión superficial.

Los compuestos en el sobrenadante fueron recuperados mediante una extracción en fase sólida, mientras que los compuestos intracelulares fueron recuperados por evaporación utilizando acetato de etilo. Con los extractos obtenidos, se llevaron a cabo pruebas químicas prospectivas. Además, se obtuvieron los cromatogramas de las muestras extraídas mediante HPLC.

**Resultados y discusión.** A partir de las muestras colectadas (Cuadro 1) se lograron aislar tres cepas. Las tres cepas presentaron actividad emulsificante de los compuestos intracelulares. El sobrenadante de solo una cepa fue la capaz de reducir la tensión superficial, el resto no presentó actividad surfactante en el sobrenadante.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de las muestras de agua del sitio de estudio

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Altitud	-144 msnm	Nitrógeno Total	2.41 mg/L
Temperatura	28.6 °C	Fosforo Total	8.12 mg/L
pH	8.21	Grasas y Aceite	14.16 mg/L
Salinidad	5.2 m/L	COT	150.92 mg/L
% OD	67 %	Coliformes T.	180 NMP/100mL

Derivado de las pruebas químicas prospectivas, el compuesto intracelular de las tres cepas dio resultado positivo para lípidos y negativo para carbohidratos y proteínas, mientras que el compuesto extracelular dio resultado positivo para la prueba de lípidos y proteínas.

El cromatograma obtenido de la muestra extracelular muestra un total de 4 analitos (Figura 1), por lo que se requieren otros ensayos para determinar la naturaleza del compuesto de interés.

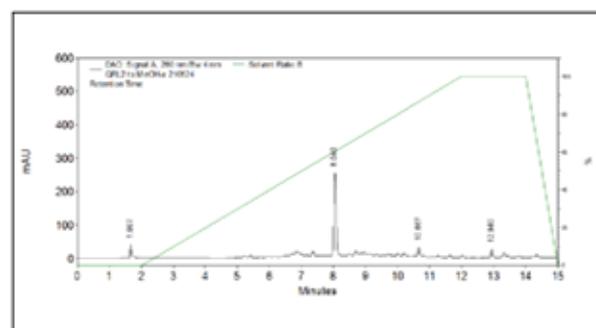


Figura 1. Cromatograma de HPLC correspondiente a la muestra reductora de tensión superficial, donde se observan 4 analitos perfectamente definidos.

**Conclusiones y perspectivas.** Se aislaron tres cepas a partir de las muestras de agua y sedimentos del sitio de estudio, las cuales presentan un compuesto con actividad emulsificante. No obstante, una de las cepas presenta el mayor potencial, ya que también mostró una disminución en la tensión superficial. Esto es prometedor, pues su actividad surfactante es similar a la reportada por surfactantes comerciales como Tween 20 y bromuro de cetiltrimetilamonio.

Las pruebas químicas prospectivas sugieren la presencia de lípidos con actividad emulsificante. Los resultados obtenidos para el compuesto extracelular muestran la presencia de lípidos y proteínas; sin embargo, el cromatograma revela cuatro analitos bien diferenciados, por lo que los resultados actuales son insuficientes para determinar si se trata de un lípido, una proteína o una lipoproteína.

Actualmente, se está trabajando en la identificación de las cepas y de los compuestos producidos por estas.

**Agradecimientos.** Se agradece al Instituto Politécnico Nacional y a CONAHCYT por el apoyo proporcionado.

**Referencias.**

-Cartaya, O, Reynaldo, I, Peniche, C & Garrido, M. 2011. Empleo de polímeros naturales como alternativa para remediación de suelos contaminados por metales pesados. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 27 (1)

# ANÁLISIS METAGENÓMICO DEL RESISTOMA BACTERIANO EN RÍOS Y ÁREAS COSTERAS DE TAMAULIPAS

Eleazar López Pecina, Ana Verónica Martínez Vázquez, Virgilio Bocanegra García\*.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Biotecnología Genómica

vboanegra@ipn.mx

Palabras clave: metagenómica, resistoma, ríos, zona costera.

**Introducción.** La resistencia a los antibióticos es una grave amenaza para la salud pública mundial debido a la capacidad de las bacterias para inactivar estos medicamentos, lo que ha provocado un alarmante aumento en las muertes asociadas a infecciones resistentes (1). El uso de antibióticos en la clínica, la ganadería y la agricultura puede llevar a la contaminación del medio ambiente, favoreciendo el desarrollo de bacterias resistentes que pueden infectar a humanos y otros organismos (2). Los genes de resistencia a los antibióticos han sido identificados en una amplia variedad de ecosistemas acuáticos, tanto en agua dulce como salada, así como en plantas de tratamiento de aguas residuales. La presencia de estos genes en el agua representa un riesgo significativo para la salud humana (3). Por lo tanto, es crucial entender la prevalencia y distribución del resistoma en bacterias presentes en estos entornos. El objetivo de esta investigación es evaluar la prevalencia y distribución del resistoma en bacterias presentes en cuerpos de agua estratégicos del estado de Tamaulipas, lo cual es esencial para comprender el impacto de la resistencia a los antibióticos en la región y desarrollar estrategias de mitigación.

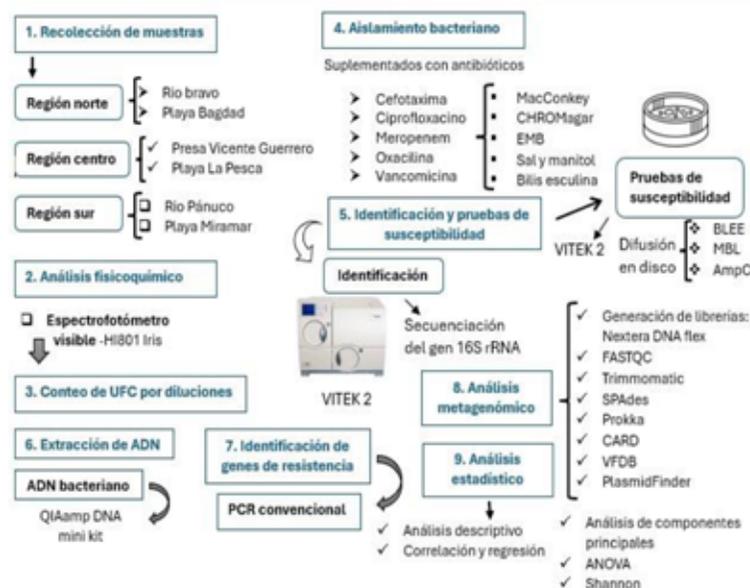
**Planteamiento del problema.** Los genes de resistencia pueden diseminarse a través de cuerpos de agua, como ríos y zonas costeras, que actúan como reservorios y vías de propagación de estos genes. En el estado de Tamaulipas, se encuentran importantes cuerpos de agua que podrían estar contaminados con estos genes debido a las actividades humanas. Sin embargo, no se han realizado estudios exhaustivos que evalúen la prevalencia y distribución de los genes de resistencia en estos cuerpos de agua.

**Justificación.** La resistencia a los antibióticos es un grave problema de salud global, y es una preocupación creciente. En Tamaulipas, los cuerpos de agua, incluidos ríos y zonas costeras, pueden actuar como reservorios y vías de propagación de genes de resistencia. Sin embargo, faltan estudios exhaustivos que analicen la prevalencia y distribución de genes de resistencia. Este estudio se propone realizar un análisis metagenómico del resistoma bacteriano en los cuerpos de agua de Tamaulipas, proporcionando datos cruciales sobre la presencia de genes de resistencia, su impacto en la salud pública y los ecosistemas, y estableciendo una base para futuras estrategias de salud pública.

**Objetivo general.** Evaluar la prevalencia y distribución del resistoma en bacterias presentes en cuerpos de agua estratégicos del estado de Tamaulipas.

**Objetivos particulares.** Determinar la prevalencia de bacterias resistentes a antibióticos en cuerpos de agua de la zona norte, centro y sur del estado de Tamaulipas. Caracterizar el resistoma presente en bacterias aisladas en cuerpos de agua de la zona norte, centro y sur de Tamaulipas. Evaluar la relación entre el resistoma detectado y factores ambientales. Comparar la resistencia a antibióticos entre diferentes tipos de cuerpos de agua en Tamaulipas.

## Estrategia metodológica.



**Resultados esperados.** La prevalencia y distribución de los genes varían significativamente según la región geográfica, con una mayor concentración en los cuerpos de agua cercanos a zonas urbanas, ganaderas e industriales. Se espera encontrar una alta prevalencia de enterobacterias con características de multidrogoresistencia, específicamente a ESBL, tetraciclinas, quinolonas y carbapenémicos. A demás, en estas áreas, se observa un predominio de genes de resistencia que codifican betalactamasas, como *bla*TEM, *bla*SHV, *bla*CTX-M, y *bla*OXA-48, junto con los genes *tet* y *qnr*.

## Referencias.

- Larsson J., Flach F.C. 2021. Antibiotic resistance in the environment. *Nature reviews microbiology*. 20: 257-269.
- Reddy s., Kaur K., Barathe P, Shiram V. 2020. Antimicrobial resistance in urban river ecosystems. *Microbiological research*. 263: 127-135.
- Ashish S., Rajinder K., Shashikala V., Samer S. 2022. Antimicrobials and antibiotic resistance genes in water bodies: pollution, risk and control. *Frontiers in environmental science*. 10: 1-13

## CAPACIDAD ANTAGONISTA *in vitro* DE LA LEVADURA *Meyerozyma guilliermondii* LCBG-03 CONTRA HONGOS *Penicillium* SPP. PATÓGENOS DE LIMÓN

Eliud de la Cruz García, José Alberto Narváez Zapata, Claudia Patricia Larralde Corona\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Biotecnología Genómica

plarralde@ipn.mx.

Palabras clave: *Meyerozyma*, biocontrol, *Penicillium digitatum*, *P. funiculosos*, limón

**Introducción.** Los frutos cítricos enfrentan una amenaza persistente: los hongos fitopatógenos. Desde la cosecha hasta el almacenamiento y el transporte, estos frutos son vulnerables a las infecciones. Entre los principales agentes causales de pérdidas poscosecha se encuentran el moho verde, el moho azul y la podredumbre agria, causados por *Penicillium digitatum*, *P. italicum* y *Geotrichum citri-aurantii*, respectivamente. Es importante destacar que sólo *P. digitatum* representa casi el 90% de las pérdidas poscosecha en los cítricos (1). Se ha demostrado que usando levaduras antagonistas como *Meyerozyma guilliermondii* se puede combatir eficazmente estos y otros patógenos fúngicos en diversos frutos (2). En este trabajo, se realizó la caracterización de la capacidad infectiva de dos cepas de *Penicillium* sobre limones italianos (*Citrus limon* var Eureka), para posteriormente confrontarlos *in vitro* con la levadura *Meyerozyma guilliermondii* LCBG-03, a dos concentraciones iniciales de levadura, con el fin de establecer su capacidad antagonista, y con el fin de realizar el montaje del sistema experimental que servirá para, posteriormente, estudiar los cambios transcriptómicos en *M. guilliermondii* durante su interacción bipartita con los hongos *Penicillium*.

**Metodología.** Se utilizó *M. guilliermondii* (LCBG-03), *P. digitatum* (EFI) y *P. funiculosus* (H38) provenientes de la colección de cepas del Laboratorio de Biotecnología Industrial del CBG-IPN. El grado de infección de EFI y H38 en limones fue evaluado cualitativamente y después se evaluó la capacidad de *M. guilliermondii* LCBG-03 de inhibir el crecimiento de ambos fitopatógenos (EFI y H38) en placas de PDA al 50% usando concentraciones de  $10^6$  y  $10^8$  UFC/ml de levadura.

**Resultados y discusión.** La capacidad de infección de las dos cepas de *Penicillium* fue evaluada cualitativamente, inoculando sobre limones sanitizados y puestos a humedad relativa alta y temperatura de 29 °C. Después de 10 días, se observó a simple vista un avance significativo de la infección por *Penicillium* spp. en los limones (Figura 1).



Figura 1. Infección final a los 10 días causada por las dos cepas de *Penicillium* (*digitatum* y *funiculosus*) sobre limones italianos

En pruebas *in vitro*, colocando un césped de levadura a la concentración deseada, y posteriormente un taquete de micelio del hongo a probar, *P. funiculosus* H38 presentó un mayor crecimiento de

micelio que *P. digitatum* EFI. Al interactuar con LCBG-03, ambas cepas de *Penicillium* spp. experimentaron una reducción parecida en su crecimiento (Fig. 2).

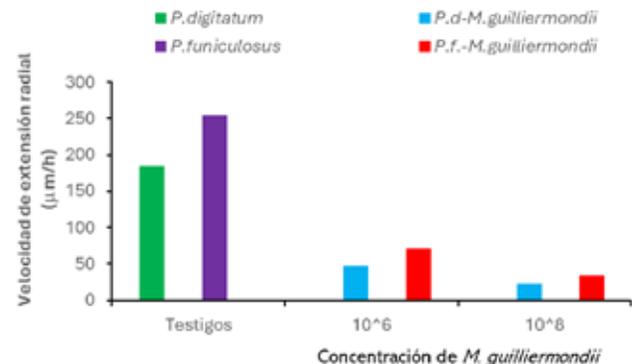


Figura 2. Efecto de *M. guilliermondii* LCBG-03 sobre la velocidad de extensión radial ( $V_r$ ) de *P. digitatum* y *P. funiculosus*, a dos concentraciones diferentes de levadura, placas con PDA al 50%.

Se observó una reducción del crecimiento de *P. digitatum* del 74 y 88% con  $10^6$  y  $10^8$  UFC/ml, respectivamente; y de *P. Funiculosus* del 72 y 87% para las mismas concentraciones. Estos resultados superaron a los obtenidos por otros autores(3, 4).

**Conclusiones y perspectivas.** *M. guilliermondii* LCBG-03 es capaz de inhibir el crecimiento de *P. digitatum* y *P. funiculosus* en una proporción similar. Se observó que una mayor concentración de levadura resulta en una inhibición mayor del crecimiento de los hongos. Estos ensayos sientan las bases de interacción para realizar el análisis transcriptómico de *M. guilliermondii* para identificar los procesos moleculares involucrados en su acción de biocontrol.

**Agradecimientos.** CONAHCYT por la beca a E.D.L.C.G.

### Referencias.

- Moraes Bazioli J, Belinato JR, Costa JH, Akiyama DY, De Moraes Pontes JG, Kupper KC, Augusto F, de Carvalho JE, Fill, TP. (2019). Biological Control of Citrus Postharvest Phytopathogens. *Toxins*, 11(8), 460.
- Herrera-Balandrano DD, Wang SY, Wang CX, Shi XC, Liu FQ, Laborda P. (2023). Antagonistic mechanisms of yeasts *Meyerozyma guilliermondii* and *M. caribbica* for the control of plant pathogens: A review. *Biol Control*, 186, 105333.
- Agirman, B & Erten, H. (2020). Biocontrol ability and action mechanisms of *Aureobasidium pullulans* GE17 and *Meyerozyma guilliermondii* KL3 against *Penicillium digitatum* DSM2750 and *Penicillium expansum* DSM62841 causing postharvest diseases. *Yeast*, 37(9-10), 437-448
- Liu Y, Yao S, Deng L, Ming J, & Zeng K. (2019). Different mechanisms of action of isolated epiphytic yeasts against *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 100-110. doi:https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.03.002

## EVALUACIÓN DEL PERFIL QUÍMICO DEL MEZCAL ASOCIADO A LA ÉPOCA DEL AÑO, PERFIL MICROBIANO Y ESPECIE DE *Agave* DE TRES VINATAS DEL ESTADO DE DURANGO

Fabiola Avila Valenzuela, Rene Torres Ricario\* Amanda Alejandra Oliva Hernandez

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

rtoresr@ipn.mx

Durango, mezcal, compuestos volátiles, microorganismos, fermentación.

**Introducción.** El estado de Durango es uno de los trece estados que cuentan con denominación de origen para la producción de mezcal. Siendo este un signo distintivo del estado, el Consejo Mexicano regulador del mezcal (COMERCAM). El estado de Durango es un territorio diverso por su compleja fisiografía y su diversidad climática. Esto favorece a la multiplicidad de hábitats propicios para el crecimiento de un gran número de especies. Durango se cuenta entre los estados con mayor diversidad de *Agave*, junto con Oaxaca (32 especies), Puebla (31 especies), Sonora (30 especies) (Almaraz-ALBARCA, *Agave durangensis*, D.f.2011, pág. 16-18).

**Metodología.** Se eligió vinata del estado de Durango ubicada en el municipios de Durango, Tepehuanes, la vinata fue identificada como productora de mezcal categoría artesanal, las muestras fueron tomadas de las tinas de fermentación en temporada de primavera, el volumen de la muestra fue de 500 mL, los tiempos de muestreo fueron en el inicio, durante y al finalizar la fermentación, el mosto recolectado se trasladó en cadena de frío, posteriormente las muestras fueron preparadas; se destilaron 200 mL de muestra de mosto para recuperar los compuestos volátiles y poder ser analizados cromatográficamente posteriormente. Se determinó azúcares reductores totales y porcentaje de alcohol en volumen a las muestras recolectadas del mosto.

**Resultados y discusión.** El consumo de azúcares de las fermentaciones fue casi en un 80 % de sus valores iniciales, en su mayoría los valores de consumo de azúcar en el muestreo durante la fermentación fueron cercanos al 5 % de ART. La producción de alcohol mayor fue de 8 °GL, el rango menor de producción de alcohol fue de 1.8 °GL.

Cuadro 1. Fermentaciones de mosto de maguey cenizo en época de primavera.

MUESTRA	RENDIMIENTO (Kg/L 50°GL)	AZUCAR EN PIÑA (%ART)	TIEMPO DE FERMENTACIÓN (DÍAS)	TEMPERATURA INICIAL (°C)	TEMPERATURA FINAL (°C)	INTERVALOS DE TEMPERATURA (°C)
T424	36.58	24.08	16	38	24	3
T524	24.28	21.5	11	36	25	2
T624	16.58	20.7	7	28.5	26	4
T924	73	23.9	9	32	30	1.5

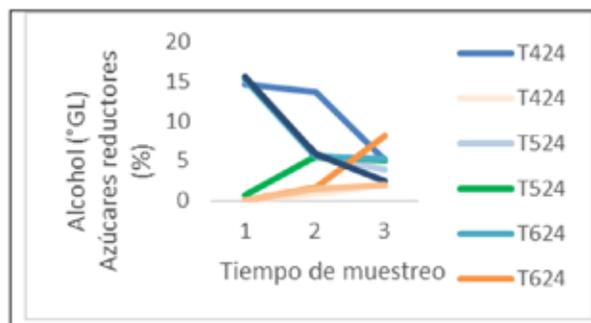


Figura 1. Consumo de azúcar y producción de alcohol en mosto de maguey cenizo en temporada de primavera

**Conclusiones y perspectivas.** El rendimiento en la producción del mezcal no depende únicamente del contenido de azúcares presentes en las piñas del lote, es necesario co-relacionar el rendimiento con el contenido de azúcares presentes en la materia prima y los microorganismos presentes durante la fermentación. El tiempo de duración de las fermentaciones prolongadas o cortas no garantizan producción y/o acumulación de alcoholes de interés para la industria.

**Agradecimientos.** Productora de mezcal Hacienda Dolores por facilitarlas las muestras y producto destilado en las instalaciones.

### Referencias.

- Gallegos P., Garcia L., Espinosa A., Torres C., Avelar A., Cano A., Garcia A. Ruiz S., Flores M., Castillo A., Gonzales F., Delgado A., Molina F., Jacques C., Hernandez A., Delaye L., Aguirre X., Kirchmayr M., Morales L., Mancera E., Deluna A., 2023, Yest diversity in open agave fermentations across Mexico. BioRxiv, preprint doi.
- López R., Zuleta H., Hernandez A., Herbert J., 2021. Comparative NMR Metabolomics Profiling Between Mexican Ancestral & Artisanal Mezcals and Industrialized Wine to Discriminate Geographical Origins, Agave Species or Grape Varieties and Manufacturing Processes as a Function of their Quality Attributes. Foods, 10, 157.
- Nolasco H., Santiago J., Wachter C., Ruiz F., 2018. Predominant Yeasts During Artisanal Mezcal Fermentation and their Capacity to Ferment Maguey Juice. Frontiers in microbiology, volumen 9:2900.

## MOLECULAR MECHANISM OF OTOTOXICITY AS A SIDE EFFECT OF ANTIBIOTICS

Iftekhar Ahmad Khan, Claudia Guadalupe Benitez Cardoza\*, Absalom Zamorano Carrillo

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Laboratorio de Bioquímica y Biofísica Computacional.

cbenitez@ipn.mx

Key words: ototoxicity, antibiotics, molecular mechanism.

### Introduction.

Ototoxicity refers to the medicinal adverse reaction that affects the auditory nerve or inner ear and is characterized by vestibular or cochlear dysfunction. Over the past few decades, the spectrum of drug-induced hearing loss has increased drastically. More than 600 different medication groups have the potential to be ototoxic. The most often used ototoxic medications include loop diuretics, macrolide antibiotics, aminoglycoside antibiotics, platinum-based chemotherapeutic medicines, and antimalarials. Moreover, ototoxic drugs can be harmful and result in severe morbidity, even though they are essential to modern medicine. Certain ototoxic agents, primarily drugs and chemicals, can cause the cochlea to produce free radicals which have the ability to oxidatively damage DNA, lipids, and proteins within cells. However, there are variety of pathways, through which ototoxic drugs can disrupt the proteins found in the inner ear. These include loss of protein-protein connections, aberrant accumulation, targeted destruction, mechanical injury, excitotoxicity, ischemia, metabolic depletion, ionic imbalance. Many proteins found in ear can be target of ototoxic drugs and in consequence be involved in the molecular mechanisms of this adverse effect; some of them include; transmembrane inner ear protein, otoferin, cadherin 23 (CDH 23), stereocilin, harmonin, protocadherin-15, radixin, whirlin, espin, prestin, wofferin wolframin, connexin 26 and 30, claudin 14, tricellulin, cochlin, collagen xi, and alpha-tectorine. In this work we will use a combination of bioinformatical, computational and *in vitro* experiments to better understand the molecular mechanisms associated to ototoxicity damage, caused by aminoglycosides and to look for novel strategies to avoid it, and that keep the cochlea and its structural integrity intact.

### Justification.

Ototoxicity affects 20-63 % of people consuming aminoglycosides. The most common prevention measure is to stop the medicine to prevent further damage. **But it doesn't reverse any damage that's already happened.** There is no specific treatment for ototoxicity so this study is very important to identify the potential target and otoprotective agents.

### Aim of the project.

To improve our understanding about the molecular mechanisms associated with ototoxicity caused by antibiotics (aminoglycosides) and with this information, to propose new preventive strategies for this adverse effect.

### Specific objectives.

To recognize protein targets of ototoxic aminoglycosides, and to describe the metabolic or signalling pathway in which they participate, and molecules they interact with.

To identify possible otoprotective agents

To confirm the otoprotective activity of selected molecules.

### Materials and methods.

We will used SwissTargetPrediction and SUR PRED Target Prediction computational programs to recognize protein targets of ototoxic aminoglycosides. Also, we will use GENEMANIA, STRING and

Cytoscape programs to describe the metabolic or signalling pathway in which they participate, and molecules they interact with. AlphaFold, I-TASSER and Rosetta Commons will be used to obtain three-dimensional models of selected proteins. Using these models and high throughput strategies, possible otoprotective molecules will be searched for. The otoprotective activity of the selected molecules will be confirmed *in vitro* using neurological cell-lines evaluating the viability and programmed cell death.

### Expected results.

To enhance management of strategies to minimize hearing loss and other symptoms in patients treated with ototoxic antibiotics. This finding lead to improve clinical practices, enhancing patients' safety while maintaining efficacy of essential antibiotics. To develop protective agents and strategies to mitigate ototoxic effect while maintain antibiotic efficacy.

### References.

- Barbieri, M. A., Cicala, G., Cutroneo, P. M., Mocciano, E., Sottosanti, L., Freni, F., Galletti, F., Arcoraci, V., & Spina, E. (2019). Ototoxic Adverse Drug Reactions: A Disproportionality Analysis Using the Italian Spontaneous Reporting Database. *Frontiers in pharmacology*, 10, 1161. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01161>
- Bisht, M., & Bist, S. S. (2011). Ototoxicity: the hidden menace. *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery : official publication of the Association of Otolaryngologists of India*, 63(3), 255–259. <https://doi.org/10.1007/s12070-011-0151-8>
- Campbell, K. C., & Le Prell, C. G. (2018). Drug-induced ototoxicity: Diagnosis and monitoring. *Drug Safety*, 41, 451-464.
- Coffin, A. B., Boney, R., Hill, J., Tian, C., & Steyger, P. S. (2021). Detecting novel ototoxins and potentiation of ototoxicity by disease settings. *Frontiers in neurology*, 12, 725566.
- Dillard, L. K., Lopez-Perez, L., Martinez, R. X., Fullerton, A. M., Chadha, S., & McMahon, C. M. (2022). Global burden of ototoxic hearing loss associated with platinum-based cancer treatment: A systematic review and meta-analysis. *Cancer epidemiology*, 79, 102203.

## ANALYSIS OF THE HSC NICHE IN SHR RATS

Isaac Hernández Rojo, Ivette Astrid Martínez Vieyra, Diana Alicia Millan Aldaco, Ruth Rincón Heredia, Nury Pérez Hernández, Doris Atenea Cerecedo Mercado\*.

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía

dcereced@ipn.mx.

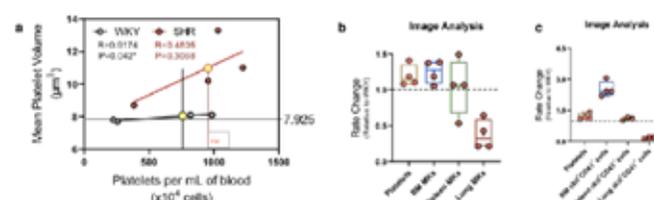
Palabras clave: *Hypertension, Platelets, Thrombopoiesis, HSCs niche*

**Introducción.** Cardiovascular diseases (CVDs) are the leading cause of global mortality [1]. Hypertension, the primary risk factor for CVDs, accounts for approximately 10.7 million deaths annually, surpassing the mortality rates of all cancers combined. Ischemic heart disease, mainly resulting from atherosclerosis of the coronary artery, is the predominant cause of death due to hypertension. Platelet activation plays a crucial role in the development and progression of atherosclerosis by forming thrombi and recruiting myeloid cells to sites of injury, where atheromas (plaques) form [2]. The mean platelet volume (MPV), an indicator of platelet activation, tends to rise in hypertensive patients, even at pre-hypertensive stages [3]. Despite its importance, the mechanisms regulating MPV are not fully understood. Here, we perform a study using direct imaging in Spontaneously hypertensive (SHR) rats, a model of genetic hypertension, revealing for the first time that lung and bone marrow thrombopoiesis are altered in opposite ways. This finding indicates that both organs may contribute to increased MPV in hypertension, presenting new opportunities to explore and target MPV in CVDs and other health conditions.

**Metodología.** Animals. Wistar Kyoto (WKY) and Wistar Kyoto Spontaneously Hypertensive (SHR) rats were bred and obtained from the Cellular Physiology Institute (IFC-UNAM). This study complied with all ethical regulations involving experiments with rats, and the Animal Care and Use Committee of ENMH approved all experimental procedures. Blood cell parameters. Platelet count and MPV were measured by the electrical impedance of blood samples of at least 4 rats of each strain (WKY and SHR) at 5 weeks old age. Immunofluorescence staining and imaging of frozen sections of tissues. For immunofluorescence staining, bone marrow, spleen, and lung sections were rinsed with PBS, and postfixed with methanol at -20°C for 5min followed by blocking with 10% goat serum in 0.1% Tween 20 for 3h at room temperature. For megakaryocytes staining anti-CD42b antibody was used at 1:100 dilution in 5% goat GS 0.1% Tween 20/PBS for 48h at 4°C. For myeloid or megakaryocyte progenitors staining anti-CD41 and anti-CKIT antibodies were used at 1:100 dilution in 5% goat GS 0.1% Tween 20/PBS for 72h at 4°C. Primary antibody staining was followed by 3 washes with 0.1% Tween/PBS and 4h incubation with Alexa Fluor 568-conjugated goat anti-rabbit IgG, and/or Alexa Fluor 488-conjugated goat anti-mouse IgG secondary antibodies and 0.2% DAPI. All images were acquired at room temperature using an LSM 800 confocal microscope. Image analysis was performed using the Fiji build of ImageJ.

**Resultados y discusión.** To determine whether our model is suitable for MPV research in hypertension we determined the platelet count and MPV of SHR and WKY rats by electrical impedance, our data revealed a 36% increase in the platelet count and a 30% increase in the MPV of SHR rats (relative to WKY), by linear regression this data suggest that the increase in the MPV is linked to thrombocytosis in hypertension. Because platelets are produced by megakaryocytes in the bone marrow, lungs, and spleen, we measure megakaryocytes and their

progenitors' density in those organs by immunofluorescence laser scan confocal imaging. Our data revealed a 25% increase in megakaryocytes density and a 2-fold increase of their progenitors in the bone marrow, no significant changes on megakaryocytes and their progenitors density in the spleen, and a 50% decrease in megakaryocytes density and a 83% decrease in their progenitors in the SHR lungs. Together this data suggest that increased thrombopoiesis in the bone marrow could be responsible for the increase in the MPV in hypertension. Our data revealed an inverse correlation in megakaryocytes and their progenitors in the bone marrow and lungs, suggesting the existence of an unknown feedback between lung and bone marrow thrombopoiesis, whose implications could be useful for diagnostic and therapeutic purposes in hypertension and other CVDs.



**Figure 1.** Increased MPV and altered thrombopoiesis in SHR rats. a. Mean Platelet Volume and Platelet count linear regression of 4 WKY and 4 SHR rats. b. CD42b Megakaryocytes rate changes in the bone marrow, spleen, and lung of SHR (relative to WKY). c. cKit and CD41 megakaryocyte progenitors rate changes in the bone marrow, spleen, and lung of SHR (relative to WKY).

**Conclusiones y perspectivas.** Our data strongly suggest that increased bone marrow thrombopoiesis could be responsible for the increase in the MPV in spontaneously hypertensive rats. On the other hand, because several studies suggest that thrombopoiesis could be mainly regulated by different cytokines and growth factors in each organ [4], our study offer a cellular target for thrombocytosis and increased MPV in hypertension, which are linked to million deaths annually worldwide.

**Agradecimientos.** We thank the IFC-INAM Unidad de Imagenología, and BL305 lab for its support in this research.

### Referencias.

- [1] Bennett, J. E. et al. NCD countdown 2030: Worldwide trends in non-communicable disease mortality and progress towards Sustainable Development Goal target 3.4. *Lancet* **392**, 1072–1088 (2018).
- [2] Khodadi, E. Platelet Function in Cardiovascular Disease: Activation of Molecules and Activation by Molecules. *Cardiovasc Toxicol* **20**, 1–10 (2020).
- [3] Gang, L., Yanyan, Z., Zhongwei, Z. et al. Association between mean platelet volume and hypertension incidence. *Hypertens Res* **40**, 779–784 (2017).
- [4] Khatib-Massalha, E., & Méndez-Ferrer, S. Megakaryocyte Diversity in Ontogeny, Functions and Cell-Cell Interactions. *Frontiers in oncology* **12**, 840044 (2022).

# ESTUDIO ESTRUCTURAL DE ISOFORMAS DE LA TRIPSINA DIGESTIVA DE CAMARÓN *PENAEUS VANNAMEI*

Isabel Martínez Rocha, Juan Carlos Sainz Hernández\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa

jsainz@ipn.mx

Palabras clave: tripsina, fenotipo, estructura, proteína, *Penaeus*.

**Introducción.** El camarón *Penaeus vannamei* presenta tres isotripsinas (tripsina3.4.21.4.) que son expresadas en la glándula digestiva. Ellas son generadas por dos genes; la isotripsina monomórfica CC que es traducida del gen  $\beta$ , la expresión de este gen esta fijo y se manifiesta en los tres genotipos. El segundo gen, el gen  $\alpha$  que puede generar una isotripsina heteromorfa BA o monomorfo BB o AA. La expresión de estos genes produce los genotipos de la tripsina digestiva CBA, CB y CA [1]. El fenotipo CA se detectó en las primeras etapas de cultivo, sin embargo, no se detectaron en organismos con peso corporal mayor a 5 g. Desconocemos los procesos estructurales que provocan mortalidad en organismos que expresan el fenotipo CA. El objetivo en nuestro trabajo describir la estructura molecular y la estabilidad de las isoformas de tripsina digestiva de camarón *Penaeus vannamei*. Se analizarán dos aspectos en este fenómeno: 1. Determinar las diferencias en la estructura molecular y 2. Evaluar la estabilidad de cada isoforma

**Metodología.** Se utilizaron camarones de línea ecuatoriana, talla 15 - 16 g en el Departamento de acuicultura de CIIDIR IPN Unidad Sinaloa. La alimentación consistió en una dieta comercial (35 % proteína). Fotoperiodo con 12:12 h luz/oscuridad, temperatura de  $28 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Aireación constante, con recambio constante y bomba de filtración por arena. Se mantuvieron en tinas de  $2 \text{ m}^2$ . Se estandarizaron las condiciones de aislamiento de las isoformas mediante electroforesis SDS-PAGE. Se cuantifico y corroboré el aislamiento con tinción con plata [2]. Las muestras se almacenaron en  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  20 mM. Se realizará diálisis para eliminar detergentes. Las muestras serán analizadas por técnicas de difracción circular, fluorescencia y absorbancia ultravioleta, en colaboración con ENMH.

**Resultados y discusión.** Para el cumplimiento de los objetivos hemos logrado establecer las condiciones de electroforesis para generar geles que permitan la separación de las isoformas de tripsina (C, B y A). Se han cortado bandas para obtener proteína en la fase acuosa en tampón de fosfato monosódico 20 mM. Se cuantifico las proteínas en el equipo Nanodrop 8000 del laboratorio de equipos especiales del departamento de biotecnología de CIIDIR Sinaloa.

Cuadro 1. Resultados del promedio de concentración de proteína ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ ) de las isoformas aisladas (A, B y C).

Muestra	Concentración Promedio	Unidades
A 20	20 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	15
B 3	22 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	10
C 28	55 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$	22

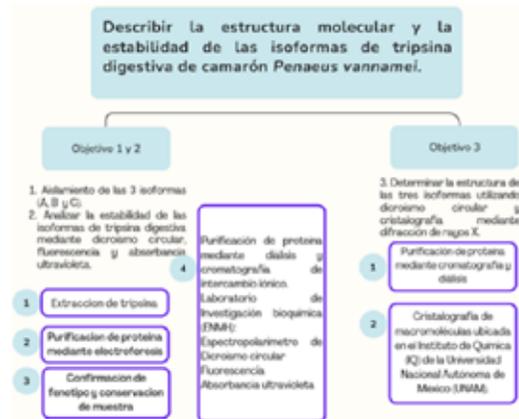


Figura 1. Breve esquema de metodología general para análisis de estructura de las isoformas de tripsina A, B y C.

**Conclusiones y perspectivas.** Según los modelos derivados de los programas de modelado y las necesidades de los análisis de DC, Fluorescencia y UV, se sugiere obtener más de 200  $\mu\text{g}$  de proteína ya que la señal de las láminas beta es más débil que de las hélices Alpha. Aunque aún se desconoce el mecanismo por el cual los organismos que expresan la tripsina CA mueren, es posible que las pruebas con perturbación de pH puedan generar una explicación. Estudios recientes han evidenciado la influencia de la acidificación de los océanos en organismos marinos, aunque no explican el mecanismo de acción. En *Xiphopenaeus kroyeri* realizaron pruebas con pH 7.7 donde detectaron menor crecimiento, cambios de comportamiento (2014). En el pez *Menegastis variabilis* observaron disminución de crecimiento, menor hidrólisis y absorción en intestino [3].

**Agradecimientos.** Agradecimiento especial a Conahcyt por financiamiento de beca y a la Dra. Claudia Benítez Cardoza (ENMH) por su asesoría.

**Referencias.** [1] Sainz, J., García-Carreño, F., Córdoba-Murueta, J., & Cruz-Hernández, P. (2005). Whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) trypsins. Their genotype and modulation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 326, 105-113.

[2] Aguiñaga-Cruz, J.-A., Sandoval-Castro, E., García-Rodríguez, L., Fierro-Coronado, J., Apún-Molina, J., & Sainz-Hernández, J. (2020). A new disruption observed in the white shrimp *Penaeus vannamei* caused by the absence of a trypsin allele. *Aquaculture*, Vol. 523, 735191.

[3] Sosa-Ávalos, R., Hernández-Ayón, J., & Lowder, K. (2023). Efectos de la acidificación en organismos marinos de importancia ecológica y económica hacia futuros escenarios. *Campeche: La Década del Océano en México 2021-2030: La Ciencia que Necesitamos*.

## DISEÑO DE UN DETECTOR C4D PARA LA CUANTIFICACIÓN DE METFORMINA EN AGUA DURANTE SU DEGRADACIÓN POR PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA

Jaime Manuel Castañeda Sánchez, Ignacio Villanueva Fierro\*, Raúl Jacobo Delgado Macuil

Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Durango, Sigma #119 Fracc. 20 de Noviembre II, 34220, Durango, Dgo., México. 6181236546

ifierro62@yahoo.com

Palabras clave: C4D, transformada de Fourier, fotocátalisis, metformina

**Introducción.** La transformada de Fourier (FT) es una técnica matemática para el procesamiento de señales en el dominio del tiempo y transformarlas en un espectro en función de la frecuencia. Esta técnica se utiliza en la detección y análisis de compuestos tales como análisis químico, control de calidad farmacéutica e investigación biomédica (1). En el caso de compuestos farmacéuticos como la metformina (MF), la FT puede ser aplicada en métodos instrumentales de análisis para la identificación y cuantificación de estos compuestos en muestras complejas, mejorando los límites de detección, la resolución de picos y la precisión de masas (2). La Detección de Conductividad Sin Contacto Capacitivamente Acoplada (C4D) es una técnica para el análisis de compuestos que puede detectar una amplia gama de analitos con alta sensibilidad, es rentable y fácil de implementar (3). Cuando se combina con la FT, un C4D puede mejorar las capacidades de detección, proporcionando resultados consistentes y fiables con un mantenimiento mínimo (4). Este proyecto consiste en el diseño de un detector C4D para la cuantificación de MF disuelta en agua una vez que esta haya sido degradada mediante fotocátalisis solar heterogénea. Para esto, se emplearán métodos de procesamiento de señales mediante software, incluida FT, con la cual es posible aumentar la sensibilidad y precisión de detección para bajas concentraciones. En el detector se implementarán cambios estructurales y de materiales como el uso de electrodos recubiertos de plata y una jaula de Faraday para aislar el circuito eléctrico del exterior, esto con el fin de mejorar la conductividad y reducir interferencias en las señales.

**Metodología.** Diseñar un circuito mediante software (LABVIEW) utilizando la transformada de Fourier para el procesamiento de las señales provenientes del C4D. Validar el detector C4D con MF en diferentes soluciones. Obtener el mayor porcentaje de degradación de Metformina mediante fotocátalisis heterogénea solar en un modelo experimental en medio acuoso.

**Resultados y discusión.** Gracias al diseño en LABVIEW y a la implementación de la FT al C4D, fue posible reducir significativamente el ruido en las señales y mejorar la sensibilidad, logrando detectar la Metformina hasta en 1  $\mu\text{g/L}$  (Figura 1).

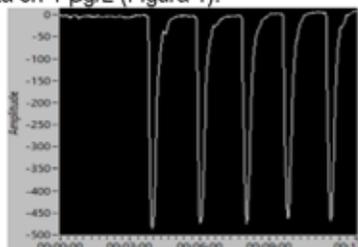


Figura 1. Mediciones de MF en 1  $\mu\text{g/L}$ , mV- Tiempo (min).

En cuanto a la degradación de MET se hicieron experimentos utilizando  $\text{TiO}_2$  como catalizador, concentración inicial de MET de 10 mg/L y variables de pH y concentración de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Figura 2), obteniendo el mayor porcentaje de degradación de 48.45% en condiciones de pH ácido (5.3) y 5mM de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

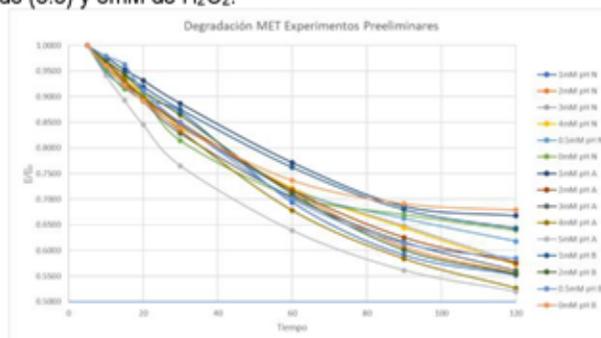


Figura 2. Curvas de degradación MET,  $[M]/[M]_0$  - Tiempo (min).

**Conclusiones y perspectivas.** La FT implementada al software del C4D ha mostrado un aumento en la sensibilidad de detección, se espera que esto en conjunto con las mejoras físicas aun por aplicar, proporcionará aun mejores resultados y así mejorar los límites de detección para llegar hasta los ng/L. Los resultados de degradación de Metformina del 48.45% muestran que el método funciona, aunque aún hay experimentos por hacer, por lo que se espera obtener aun mejores porcentajes de degradación con diferentes variables.

**Agradecimientos.** Agradezco a mis directores y asesores de tesis, así como al CONAHCYT, IPN y al CIIDIR DGO.

### Referencias.

1. Tiquia-Arashiro S., Li X., Pokhrel K., Kassem A., Abbas L., Coutinho O., Kasperek D., Najaf H., Opara S. 2023. Applications of Fourier Transform-Infrared spectroscopy in microbial cell biology and environmental microbiology: advances, challenges, and future perspectives. *Front. Microbiol.* Volumen 14.
2. García-Córcoles M., Rodríguez-Gómez R., de Alarcón-Gómez B., Çipa, M., Martín-Pozo, L., Kauffmann, J., Zafra-Gómez A. 2019. Chromatographic Methods for the Determination of Emerging Contaminants in Natural Water and Wastewater Samples: A Review. *Crit. Rev. Anal. Chem.* Volumen 49. 160-186.
3. Kubáň, P., Hauser P. 2008. A review of the recent achievements in capacitively coupled contactless conductivity detection. *Anal. Chim. Acta.* Volumen 607. 15-29.
4. Tong Y., Li J., Xu Y., Cao L. 2020. Signal Denoising Method Based on Improved Wavelet Threshold Function for Microchip Electrophoresis C4D Equipment. *Complexity.* Volumen 2020. 1-11.

## PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO BIOMECÁNICO Y EVALUACIÓN CLÍNICA/MOLECULAR DE LA OSTEointegración EN IMPLANTES DENTALES MEDIANTE EL MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO

Jesús Alejandro Serrato-Pedrosa, Verónica Loera-Castañeda\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

Correo electrónico: vloera@ipn.mx

Palabras clave: Método del Elemento Finito, Medicina de Precisión, Análisis Clínico/Molecular de Osteointegración.

**Introducción.** El éxito de los implantes dentales depende de la osteointegración a largo plazo y de minimizar complicaciones como la fractura del implante o la reabsorción ósea. El analizar mecánica y molecularmente los implantes es crucial para alcanzar estos objetivos (1). El Método del Elemento Finito (MEF) en implantes dentales se perfila como una potente herramienta para optimizar aspectos, en el diseño de los implantes y los resultados clínicos. Esta investigación explorará el importante impacto del MEF y de expresión génica en el diseño de implantes dentales y su papel en el avance de la práctica clínica (2-3).

Cuadro 1. Relación biomecánica en los implantes dentales (2-3).

Efecto Mecánico	Efecto Biológico
Control y redistribución óptimo de los campos de esfuerzos	Reducción de reabsorción ósea
Las deformaciones unitarias	Predicción del crecimiento óseo

**Planteamiento del problema.** Analizar la evolución y proceso de osteointegración en pacientes con implantes dentales es prioritario, a fin de comprender los factores predictivos de aceptación y evitar el rechazo del elemento protésico. En este proceso intervienen muchos aspectos, desde el enfoque mecánico, los esfuerzos actuantes; hasta los biológicos (respuesta celular y tisular). Se plantea generar una combinación de análisis numérico-experimentales para predecir la osteointegración en personas con prótesis dentales.

**Justificación.** La cirugía de implantes dentales es una técnica muy difundida con una probabilidad de éxito del 95%. No obstante, pueden producirse complicaciones como el fracaso, que causan molestias y requieren una nueva intervención. La convergencia entre múltiples disciplinas permitirá diseñar implantes altamente adaptados a las características individuales de cada paciente. Logrando cumplir con el enfoque primordial de la medicina altamente personalizada y de precisión.

**Objetivo general.** Predecir numérica, clínica y molecularmente el comportamiento mecano-biológico y de osteointegración de diferentes implantes dentales.

### Objetivos particulares.

1) Evaluar numéricamente diferentes tipos de implantes de fabricantes comerciales bajo condiciones de carga. 2) Evaluar numéricamente diferentes tipos de implantes de fabricantes comerciales bajo condición de fatiga. 3) Evaluar clínica y molecularmente el proceso de osteointegración de fabricantes comerciales. 4) Realizar modelos tridimensionales con diversos tejidos biológicos (biomodelos) sin y con la implementación de implantes dentales comerciales. 5) Evaluar numéricamente los biomodelos sin y con la implementación de implantes dentales comerciales. 6) Optimizar el diseño mecánico de

implantes dentales comerciales mediante cambios geométricos o de material, a fin de mejorar el proceso de osteointegración.

**Estrategia metodológica.** A través de la obtención de la geometría específica de los implantes a evaluar se generan y asignan las condiciones mecánicas óptimas para analizar el comportamiento mecánico en la distribución de esfuerzos, desplazamientos, deformaciones unitarias y fatiga del material. Se obtendrán muestras por medio de un raspado gingival, producto del proceso de limpieza dental realizado a los pacientes en cada revisión para la evaluación molecular mediante la expresión de genes involucrados en el proceso de osteointegración del implante. Mediante la aplicación de la Imagenología, se construirá la morfología específica de los pacientes con o sin implantes para su análisis empleando el MEF. Finalmente, se realizará una propuesta de diseño de implante dental de acuerdo a la características y tendencias en la fabricación de dichos dispositivos protésicos (diseño generalizado) y una propuesta de acuerdo a la morfología única de un paciente en particular (implante dental personalizado).

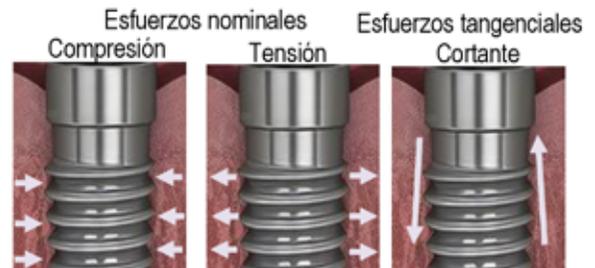


Figura 1. Comportamiento mecánico del implante con tejido biológico.

**Resultados esperados.** 1) Evaluar los efectos biomecánicos en implantes dentales con distintas geometrías y materiales.

2) Observar los cambios en la respuesta clínica/molecular de diferentes implantes dentales.

3) Generar una optimización en el diseño del implante dental mediante cambios geométricos que se ajuste a la morfología del paciente.

**Referencias.** (1) Stoilov, M., Shafaghi, R., Stark, H., Marder, M., Kraus, D. y Enkling, N. 2023. Influence of Implant Macro-Design, -Length, and -Diameter on Primary Implant Stability Depending on Different Bone Qualities Using Standard Drilling Protocols-An In Vitro Analysis. *J. Funct. Biomater.* Vol. 4 (9): 469. (2) Awasthi, S. y Singh, V. P. 2020. Design and analysis of tooth abutment implant. *Journal of Dental Implants.* Vol. 10 (1): 35-44. (3) Thalji, G. y Cooper, L. F. 2014. Molecular assessment of osseointegration in vitro: a review of current literature. *Int. J. Oral. Maxillofac. Implants.* Vol. 29 (2): 171-199.

## EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE *BEAUVERIA BASSIANA*, *ISARIA FUMOSOROSEA* Y *METARHIZIUM ANISOPLIAE* PARA EL CONTROL DE TRIPS EN ARÁNDANO

Jesús Uriel Hernández Armenta, Cipriano García Gutiérrez\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa

cgarcia@ipn.mx

Palabras clave: Hongos entomopatógenos, Trips, Arándano, Bioinsecticidas.

**Introducción.** En Sinaloa el cultivo de arándano es importante por su exportación de frutos de calidad a Estados Unidos. Los trips causan lesiones necróticas en el ovario, corola y el polen de las flores de arándano, afectando la producción de fruto y generando pérdidas económicas para los agricultores. Para su control se usan insecticidas químicos que restringen su exportación, por lo que se está buscando la utilización de hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*<sup>1</sup>, *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*<sup>2</sup> para controlar esta plaga. Por lo que el objetivo del proyecto es evaluar formulaciones elaboradas a partir de la mezcla de *B. bassiana*, *I. fumosorosea* y *M. anisopliae* para el control de trips.

**Metodología.** Se llevó a cabo colecta e identificación taxonómica de trips y se realizó un bioensayo de patogenicidad in-vitro con las cepas de *B. bassiana*, *I. fumosorosea* y *M. anisopliae*.

**Resultados y discusión.** En la Fig. 1 se muestran características de la identificación taxonómica encontradas para *Frankliniella occidentalis* y *Scirtothrips dorsalis* presentes en arándanos en el norte de Sinaloa, resultados que concuerdan con los reportes de Nayarit<sup>3</sup> y Michoacán<sup>4</sup> donde se han encontrado estas especies. Para el bioensayo de patogenicidad (Fig. 2), los tres hongos causaron mortalidad en trips, obteniendo un 100% de mortalidad a los 6 días con una diferencia significativa con el control. La cepa de *I. fumosorosea* mostró mortalidad de 43% desde el día tres, aumentando el día cuatro a 66% y 93% a los 5 días post-inoculación. Mientras que *M. anisopliae* obtuvo valores del 60 y 83% a los cuatro y cinco días respectivamente. En cambio, *B. bassiana* presentó valores del 50% a los cuatro días y 73% a los cinco días post inoculación. Estos resultados demuestran el potencial de los hongos entomopatógenos para el control de trips en arándano<sup>3,4</sup>. La cepa de *I. fumosorosea* demostró las mortalidades más altas en menor tiempo post-inoculación.

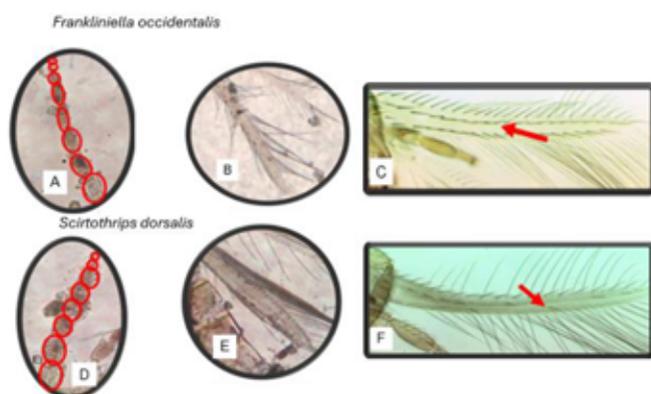


Figura 1. A) Antena de 8 segmentos B) alas amarillas C) vena del ala continua D) antenas oscuras de 8 segmentos E) alas oscuras F) vena del ala discontinua.

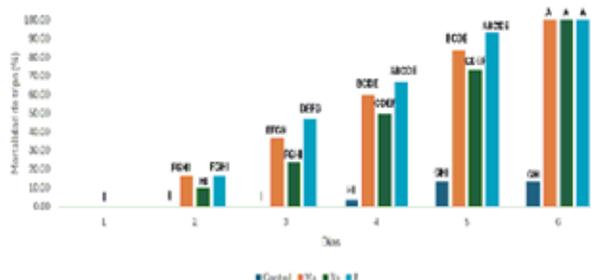


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de trips al utilizar los hongos entomopatógenos de *B. bassiana*, *I. fumosorosea* y *M. anisopliae*.

**Conclusiones y perspectivas.** En el estudio se encontraron las especies de los géneros *Frankliniella* y *Scirtothrips* en el estado de Sinaloa. Al probar la efectividad de los hongos entomopatógenos contra los trips todos mostraron controlar el 100% de trips a los 6 días; sin embargo, *I. fumosorosea* tuvo el mejor tiempo letal de tres días post-inoculación. Los resultados demostraron la efectividad de estos hongos para controlar trips; no obstante, se planea evaluar la efectividad de las cepas a nivel de campo.

**Agradecimientos.** La investigación está financiada por el proyecto SIP 2024 clave: 20240466.

### Referencias.

- Kirişik, M., & Erler, F. 2023. The effectiveness of entomopathogenic fungi isolated from the western flower Thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) under field conditions. *Plant Protection*, 27(4): 479–484. 127(2): 80–87.
- Francis, J. R., & Manchegowda, H. K. 2023. Molecular phylogenetic identification of *Metarhizium* and *Beauveria* and their bio-efficacy against chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis*. *International Journal of Tropical Insect Science*, 43(3), 909-918.
- Bayardo, C. G.; Landa, A. Z.; Virgen, M. O. E.; Lemus, S. B. A.; Robles, B. A.; Isiordia A., N.; Ayón, C. B. C., y Cambero C., O. J. 2023. Identificación y mejora biorracional de trips (Thysanoptera) en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en Nayarit, México. EN RENA. Revista *biociencias*. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1490>
- Ortiz, J. E.; Infante, F.; Rodríguez, D. C. y Toledo, H. R. 2020. Discovery of *scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) in Blueberry Fields of Michoacan, Mexico. *Florida Entomologist*, 103(3). <https://doi.org/10.1653/024.103.0316>

## OBTENCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE INTERÉS FARMACÉUTICO PRODUCIDOS POR BACTERIAS AISLADAS DE AMBIENTES EXTREMOS

José Antonio Chávez Gómez, Diana Verónica Cortés Espinosa\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Investigación en Biotecnología Aplicada, Unidad Tlaxcala

dcortes@ipn.mx

Palabras clave: Microorganismos extremófilos, Metabolitos secundarios, Aplicaciones farmacéuticas.

**Introducción.** Los ambientes extremos como las fuentes hidrotermales superficiales y los entornos salinos albergan microorganismos extremófilos, entre ellos bacterias con mecanismos complejos de adaptación a condiciones severas de temperatura y salinidad. Las bacterias halófilas y termófilas son una fuente valiosa de metabolitos secundarios (MS) bioactivos, con potenciales aplicaciones farmacéuticas (1). Para caracterizar estos MS, se utilizan algunas ciencias ómicas como la genómica, transcriptómica y metabolómica que, en conjunto, permiten dilucidar los genomas de los microorganismos y entender las rutas biosintéticas de los MS (2). En investigaciones con bacterias halófilas (3) y termófilas (4) como la cepa *Bacillus halotolerans* y bacterias de los géneros *Parageobacillus*, *Geobacillus*, *Anoxybacillus* y *Aeribacillus*, se ha hecho la extracción y caracterización de compuestos bioactivos como 3,5-di-tert-butil-4-hidroxibenzaldehído y Pirrolo[1,2-a]pirazina-1,4-diona con elevada actividad biológica, antimicrobiana, antiinflamatoria, antioxidante, citotóxica y anticancerígena (4).

**Planteamiento del problema.** El aumento de enfermedades crónicas y agudas humanas y la multirresistencia microbiana a los antibióticos, llevan a la necesidad de tener fuentes alternativas e innovadoras de fármacos, incluyendo aquellos de origen bacteriano, como los MS. No obstante, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en bacterias de ambientes comunes, dejando un vacío en el estudio de los MS producidos por microorganismos de ambientes extremos.

**Justificación.** La investigación se enfocará en la obtención, identificación y evaluación de los MS producidos por cepas bacterianas halófilas y termófilas. Utilizando técnicas analíticas integrales para comprender los mecanismos biosintéticos y las funciones de los MS bacterianos hacia una contribución al desarrollo de nuevos fármacos y estrategias biomédicas que aborden los problemas actuales de salud pública.

**Objetivo general.** Obtener e identificar los metabolitos secundarios de interés farmacéutico producidos por microorganismos halófilos y termófilos.

**Objetivos particulares.** Seleccionar cepas bacterianas halófilas y termófilas, por medio de la determinación de las condiciones óptimas de cultivo para la producción de MS con actividad biológica. Evaluar la actividad biológica y caracterizar los MS mediante técnicas analíticas e instrumentales. Obtener los extractos de los MS en distintas fracciones y evaluar su actividad biológica. Realizar estudios de genómica, transcriptómica y metabolómica para un análisis completo. Evaluar la actividad antiproliferativa y citotóxica en dos líneas celulares.

**Estrategia metodológica.** La estrategia experimental tendrá como finalidad el aislamiento, selección y evaluación de bacterias halófilas y termófilas, así como la identificación y el análisis de sus MS. A través de seis etapas (Figura 1), se buscará: el muestreo de bacterias en entornos hidrotermales y salinos; optimización de cultivos, purificación

y caracterización de MS con actividad biomédica; identificación a nivel de género y especie de las cepas; estudio de los procesos metabólicos involucrados en la síntesis de MS y la determinación de su efecto en líneas celulares.

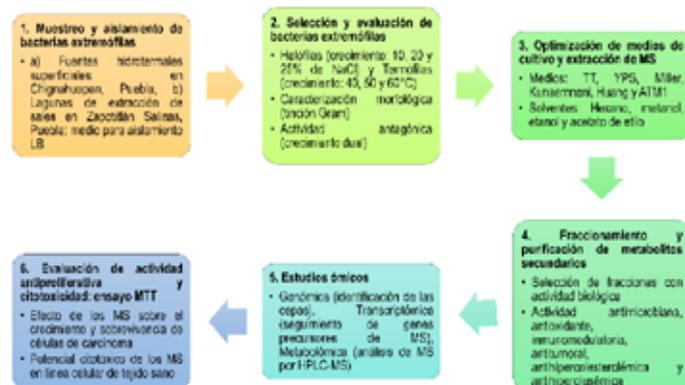


Figura 1. Estrategia metodológica/experimental de seis etapas.

**Resultados esperados.** Se espera la obtención de distintas cepas bacterianas halófilas y termófilas cultivables capaces de crecer en medios con porcentajes de NaCl de entre 20-25% y temperaturas  $\geq 50^{\circ}\text{C}$ . De acuerdo con la literatura, los medios de cultivo líquido seleccionados para este estudio propiciarán mayor producción de MS. Los solventes orgánicos con diferentes polaridades permitirán la extracción de compuestos de alta, moderada y baja polaridad, por ello se podrá extraer una gama significativa de MS. Los extractos obtenidos en este trabajo exhibirán un efecto antimicrobiano que puede o no estar directamente relacionado con el espectro de acción contra los patógenos. La actividad biológica de las fracciones, demostrará que los MS producidos por las bacterias extremófilas son una fuente nueva de fármacos y el ensayo de citotoxicidad permitirá descartar que los MS provenientes de las bacterias extremófilas causan efectos perjudiciales colaterales.

**Referencias.** (1) Rawat, M., Chauhan, M., & Pandey, A. (2024). Extremophiles and their expanding biotechnological applications. *Microbiol.* 206: 247- 264. (2) Maghembe, R., Damian, D., Makaranga, A., Nyandoro, S. S., Lyantagaye, S. L., Kusari, S., & Hatti-Kaul, R. (2020). Omics for Bioprospecting and Drug Discovery from Bacteria and Microalgae. *Antibiot.* 9: 229-237. (3) Soni, K., & Bagaria, A. (2024). GC-MS based identification of anti-microbial bioactive compounds, isolated from *Bacillus halotolerans* of marine sediment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 577: 1-10. (4) Valenzuela, B., Solís-Cornejo, F., Araya, R., & Zamorano, P. (2024). Isolation of Thermophilic Bacteria from Extreme Environments in Northern Chile. *Microorg.* 3: 473-482.

## ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE ARÁNDANOS SILVESTRES (*Vaccinium* sp.) RECOLECTADOS EN MICHOACÁN

José Osvaldo Bernal Gallardo, Silvia Luna Suarez\*, Hortencia Gabriela Mena Violante, Flor de Fátima Rosas Cárdenas, Cristian Jiménez Martínez, Marlon Rojas López.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación de Biotecnología Aplicada, Tlaxcala

\*correo: silvials2004@yahoo.com.mx

Palabras clave: silvestre, CMB, CMI, antioxidante, HPTLC.

**Introducción.** El arándano es un fruto del género *Vaccinium*, es ampliamente valorado por su sabor y sus beneficios en la salud del consumidor, ya que cuenta con polifenoles que muestran potencial en la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (1–3). Se tienen registradas cerca de 400 especies de *Vaccinium*, sin embargo, solo unas pocas son cultivadas y estudiadas, tal como *Vaccinium stenophyllum* Steud. y *Vaccinium leucanthum* Schltl. reportadas en Michoacán. colocados entre paréntesis.

El objetivo de esta investigación es evaluar la composición química y actividades biológicas de arándanos silvestres (*Vaccinium stenophyllum* Steud. y *Vaccinium leucanthum* Schltl.) recolectados en Michoacán. os títulos de las secciones se colocarán al inicio del párrafo en negritas.

**Metodología.** Se recolectaron frutos maduros y hojas de arándanos silvestres y de la variedad Biloxi. Se determinó el índice de madurez de los frutos y se realizará su análisis proximal. Se prepararon extractos de hojas y frutos en metanol. Se cuantificaron fenoles, flavonoides y antocianinas por espectrofotometría. También se determinó la actividad antioxidante por ABTS•+ y DPPH•, complementado con HPTLC-DPPH•. Adicionalmente, se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) contra bacterias enteropatógenas, así como la Bioautografía. Se realizó la de Inhibición de enzima xantina oxidasa y de la enzima convertidora de angiotensina I. Los resultados se procesaron con ANOVA y comparación de medias Tukey.

**Resultados y discusión.** El mayor contenido de fenoles totales fue obtenido en el extracto de hojas de *V. stenophyllum*, siendo 14.9-73.24%. mayor que el resto de los extractos. Estudios previos han reportado un contenido de fenoles totales de  $9.44 \pm 0.02$  mg EAG/g PS en *V. ashei* (4), el cual fue 83.91% inferior que el contenido de las hojas de *V. stenophyllum*. Por otro lado, el mayor contenido de flavonoides totales fue encontrado en el extracto de hojas de *V. stenophyllum*, siendo 21.54-90.33% mayor que el resto de los extractos. Por otra parte, en estudios previos el contenido de flavonoides totales en frutos de *V. stenophyllum* es  $5.66 \pm 0.24$  mg EQ/g de PS (1) y en la variedad 'Bluegold' de  $0.840 \pm 0.001$  mg EQ/g de PS (5), siendo ambos menores a lo reportado en este estudio. La mayor actividad antioxidante por el método ABTS•+, fue obtenida en el extracto de hojas de *V. stenophyllum*, siendo 6.86-77.75% mayor que en el resto de los extractos. De igual manera, la mayor actividad antioxidante por el método DPPH•, fue obtenida en el extracto de hojas de *V. stenophyllum*, siendo 13.98-89.54% mayor que el resto de los extractos. Los compuestos antioxidantes identificados por medio de HPTLC-DPPH• en los extractos de hojas y frutos fueron el hiperósido y el ácido clorogénico. Además, se encontró la peonidina-3-glucósido y la petunidina-3-glucósido como compuestos antioxidantes para los

extractos de frutos de *V. stenophyllum* y *V. leucanthum*. Por otra parte, en los extractos de fruto de Biloxi se encontró como compuestos antioxidantes a delfinidina-3-glucósido y cianidina-3-glucósido. El extracto de hojas de *V. stenophyllum* mostró la mejor CMI (2.96 mg PS/mL) y CMB (8.89 mg PS/mL), siendo la misma CMI y CMB para las bacterias en estudio (Cuadro 1). Por medio de la Bioautografía se encontró al ácido clorogénico como uno de los principales compuestos antimicrobianos.

Cuadro 1. Actividad antimicrobiana de los extractos de frutos y hojas en estudio contra *E. coli* y *S. choleraesuis*

Extracto	<i>E. coli</i> ATCC 12792		<i>S. choleraesuis</i> ATCC 10708	
	CMI	CMB	CMI	CMB
Fruto Biloxi	8.89	26.60	8.89	26.60
Fruto <i>V. stenophyllum</i>	8.89	26.60	8.89	26.60
Fruto <i>V. leucanthum</i>	8.89	26.60	8.89	26.60
Hoja Biloxi	8.89	26.60	8.89	8.89
Hoja <i>V. stenophyllum</i>	2.96	8.89	2.96	2.96
Hoja <i>V. leucanthum</i>	8.89	26.60	8.89	8.89

Valores promedio reportados en mg de PS/mL

La mejor inhibición de la xantina oxidasa en frutos se presentó con 'Biloxi', siendo 5.73-10.69% superior que *V. leucanthum* y *V. stenophyllum* respectivamente, con 165 µg de PS/mL.

**Conclusiones y perspectivas.** Se tiene mayores concentraciones de fenoles y flavonoides en hojas, lo cual se ve reflejado en la actividad antioxidante y actividad antimicrobiana. Las hojas tanto de las especies silvestres como de la variedad Biloxi, pueden ser aprovechadas para el manejo de los enteropatógenos en estudio y con esto darles un aprovechamiento a estos recursos de forma sustentable.

**Agradecimientos.** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por el apoyo económico a través de la beca nacional.

### Referencias.

- (1) Bernal-Gallardo, J. O.; Molina-Torres, J.; Angoa-Pérez, V.; Cárdenas-Valdovinos, J. G.; García-Ruiz, I.; Ceja-Díaz, J. A.; Mena-Violante, H. G. 2022. Phenolic Compound Content and the Antioxidant and Antimicrobial Activity of Wild Blueberries (*Vaccinium Stenophyllum* Steud.) Fruits Extracts during Ripening. *Horticulturae*. 8 (15), 1–17.
- (2) Guofang, X.; Xiaoyan, X.; Xiaoli, Z.; Yongling, L.; Zhibing, Z. 2019. Changes in Phenolic Profiles and Antioxidant Activity in Rabbiteye Blueberries during Ripening. *Int. J. Food Prop.* 22 (1).

## DISEÑO RACIONAL DE INHIBIDORES DE LA ENOLASA DE *ENTAMOEBIA HISTOLYTICA*

José Ricardo Monterrosas Santamaría, César Augusto Sandino Reyes López\*, Aracely Evangelina Chávez Piña\*

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía

achavezp@ipn.mx

Palabras clave: *Enolasa*, *Entamoeba*, *Inhibidores*, *docking*

**Introducción.** El género *Entamoeba* es un grupo de organismos unicelulares que infectan a algunas especies de primates y humanos, son responsables de enfermedades parasitarias en estos organismos (1). La *E. histolytica* es un parásito que contagia mediante la vía fecal-oral, la transmisión se da cuando se consume agua o comida contaminada con quistes de este organismo, una vez que estos son ingeridos viajan al lumen intestinal y se convierten en trofozoitos que se multiplican rápidamente, causando la infección (2). El diagnóstico se da mediante la auscultación y cultivo de heces y el tratamiento de primera línea consiste en metronidazol u otros amebicidas tisulares, sin embargo, se sabe que *E. histolytica* es capaz de generar resistencia al metronidazol, que aunado a los efectos secundarios que se presentan, es imperante del desarrollo de nuevos tratamientos que permitan combatir la amebiasis (3). Es por ello que se ha propuesto la búsqueda de nuevos blancos terapéuticos para los fármacos actuales y la síntesis de moléculas nuevas que permitan potencializar de forma sinérgica el efecto de los tratamientos actuales (4).

**Planteamiento del problema.** La amebiasis tuvo una prevalencia de 118,357 casos en 2022, lo cual lo convierte en un problema de salud pública. El tratamiento consiste en amebicidas como metronidazol, sin embargo, se conoce que puede generar distintos efectos secundarios que pueden ser desde leves hasta poner en riesgo la vida del paciente.

**Justificación.** Debido a la prevalencia de la amebiasis como un problema de salud pública, es necesario realizar la búsqueda de tratamientos nuevos basados en la búsqueda de nuevos blancos moleculares, y la síntesis de moléculas nuevas que puedan tener un efecto sinérgico con los tratamientos actuales. Por lo tanto, este trabajo busca abordar un problema que aqueja la salud de los mexicanos y por tanto se busca contribuir a mejorar la estrategia de tratamiento con una minimización de los efectos secundarios.

**Objetivo general.** Evaluar la actividad inhibitoria específica de la enolasa de amiba por compuestos diseñados de novo *in silico* y determinar *in vitro* un posible efecto sinérgico con los fármacos de primera línea para el tratamiento de la amebiasis.

### Objetivos particulares.

Evaluar mediante estudios de dinámica y docking moleculares la viabilidad y estabilidad molecular de los posibles complejos que se formen entre los compuestos diseñados y la enolasa de amiba. Obtener por síntesis orgánica los compuestos que puedan tener mayor potencial de inhibición sobre la enolasa de amiba de acuerdo con los ensayos de acoplamiento molecular. Evaluar en cultivos de trofozoitos la posible interacción farmacológica entre los mejores inhibidores sintetizados y medicamentos utilizados en el tratamiento convencional de la amebiasis.

### Estrategia metodológica.

Se plantea tomar como base la molécula tert-butil N-(2-[[1-(propan-2-il) piperidin-4-il] carbamoil] ciclohexano) carbamato como base para realizar el diseño racional de moléculas nuevas, para ello se propone

la evaluación de los nuevos compuestos mediante docking (utilizando AutoDock Vina) y dinámica molecular (utilizando la suite GROMACS), Para determinar la estabilidad de los complejos formados. Los compuestos seleccionados serán analizados para predecir el cumplimiento de las reglas de Lipinsky, evaluar las propiedades ADME, la farmacodinamia, toxicidad, etc., a través de plataformas como PASSonline, Swiss Target Prediction, Meta-Print 2D y Meta-Print 2D-React, entre otras. Posteriormente los compuestos serán evaluados en búsqueda de su existencia de forma comercial o se planeará una ruta de síntesis que nos permita obtener una cantidad suficiente para realizar ensayos de inhibición de enolasa de *E. histolytica*, una vez que los compuestos demuestren actividad parcial o completa de inhibición de la enolasa, serán probados en cultivos celulares de trofozoitos para evaluar la capacidad de inhibir el crecimiento de estos. Finalmente se propone construir curvas concentración-respuesta de los compuestos seleccionados solos, con metronidazol y en combinación, para así determinar la concentración inhibitoria 50 (CI50) y realizar un análisis isoblográfico para evaluar si las combinaciones son capaces de mostrar algún efecto sinérgico o aditivo.

### Resultados esperados.

Se plantea que al cabo y transcurso del tiempo del doctorado se obtengan compuestos capaces de inhibir la actividad de la enolasa de la ameba *Entamoeba histolytica*, posterior a ello se espera que estos compuestos sean capaces de inhibir la capacidad de reproducción de trofozoitos en un cultivo celular en combinación con el tratamiento de primera línea que consiste en metronidazol, con esta combinación se espera que se logre un efecto aditivo o sinérgico en el tratamiento de amebiasis que permita reducir las dosis de metronidazol necesarias para la eliminación del parásito.

### Referencias.

1. Chacín-Bonilla, Leonor. (2013). Amebiasis: aspectos clínicos, terapéuticos y de diagnóstico de la infección. *Revista médica de Chile*, 141(5), 609-615. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000500009>
2. Bhattacharya, S. (2023). Episomal and chromosomal DNA replication and recombination in *Entamoeba histolytica*. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2023.1212082>
3. Martínez-Castillo, M., Pacheco-Yépez, J., Flores-Huerta, N., Guzmán-Téllez, P., Jarillo-Luna, R. A., Cárdenas-Jaramillo, L. M., Campos-Rodríguez, R., & Shibayama, M. (2018). Flavonoids as a Natural Treatment Against *Entamoeba histolytica*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00209>
4. Nagaraja, S., & Anki, S. (2019a). Target identification and intervention strategies against amebiasis. *Drug Resistance Updates*, 44, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.drug.2019.04.003>

## IDENTIFICACIÓN DE MODULADORES GENÉTICOS QUE REGULAN LA DINÁMICA DE INTERCAMBIO DE HIERRO Y NITRÓGENO DE MAÍZ CRIOLLO CULTIVADO BAJO EL SISTEMA MILPA EN EL NORTE DE SINALOA

José Ricardo Rendón de Anda, Jesús Mireya Higuera-Rubio, Grethel Priscila Gaytán-Pinzón, Carlos Ligne Calderón-Vázquez\*  
Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa

ccalderon@ipn.mx

Palabras clave: maíz, frijol, milpa, transcriptómica, interacción planta-planta

**Introducción.** El maíz es uno de los cultivos más producidos a nivel mundial, se cultivan alrededor de 200 millones de Ha anualmente. El cultivo de maíz asociado a frijol es conocido como "milpa" y ha sido utilizado en Mesoamérica durante miles de años (1). La milpa consiste en un policultivo de maíz, frijol y calabaza, que provee de dietas balanceadas a las comunidades rurales; tiene un gran potencial para productores, ya que permite obtener más de un tipo de cultivo en la misma área de terreno, así como otro tipo de nutrientes como proteínas y antioxidantes, en mayor cantidad y calidad (2). En el sistema milpa el maíz tiene un papel importante como solubilizador de Fe; el maíz se caracteriza por solubilizar el Fe utilizando la estrategia II (quelación), sin embargo, se han encontrado genes activos de la estrategia I (reducción) en su genoma; además, los exudados de maíz inducen la síntesis de flavonoides y la formación de nódulos en raíces de leguminosas, por lo tanto, induce la fijación de N. El papel del frijol en el sistema milpa es el de fijador de N, esto se debe a la formación de nódulos en sus raíces por la infección de rizobacterias (*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter* y *Nitrococcus*) que incorporan el N atmosférico a la rizosfera. Existe una co-dependencia entre las tasas de fijación de N y las de asimilación de Fe, esto debido a que el Fe participa en la formación y desarrollo de nódulos en las raíces de leguminosas, además de ser un cofactor de enzimas en el proceso de fijación de N. De la misma manera, el aumento de las tasas de fijación de N se traduce en un aumento en la absorción de nutrientes y rendimiento del maíz (3).

**Planteamiento del problema.** La llegada de la revolución verde a Latinoamérica entre 1960 y 1970, trajo consigo problemas a mediano y largo plazo, especialmente en las áreas económicas, sociales y ambientales, como la práctica del monocultivo, la dependencia de insumos y semillas mejoradas, la mecanización de la agricultura y la pérdida de conocimientos tradicionales. El uso del monocultivo trae consigo problemas como el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas químicos, menor fertilidad del suelo, pérdida de biodiversidad y menores rendimientos y calidad de cultivos.

**Justificación.** Los policultivos son utilizados para aumentar la productividad y sustentabilidad de agroecosistemas. Por lo que surge la milpa como una alternativa, ya que esta consiste en un reservorio dinámico de recursos biológicos y nutricionales, donde el maíz aumenta su absorción de nutrientes y el frijol aumenta sus tasas de fijación de N, al mismo tiempo que ambos aumentan sus rendimientos. También nos permite mejorar el aprovechamiento de los recursos minerales y biológicos del suelo, así como una mayor superficie de terreno. De la misma manera, el uso del sistema milpa es importante para garantizar la seguridad alimentaria en las zonas rurales del norte de México.

**Objetivo general.** Determinar los moduladores genéticos que regulan la dinámica de intercambio de hierro y nitrógeno en sistema milpa de maíz-frijol en el norte de Sinaloa.

### Objetivos particulares.

- I. Realizar el escrutinio y selección de semillas de maíz nativo que presenten una mayor capacidad de asimilación de hierro en zonas rurales de la sierra norte de Sinaloa.
- II. Identificar los genes expresados diferencialmente durante el sistema milpa maíz-frijol y el monocultivo de maíz en condiciones de baja y alta disponibilidad de hierro.
- III. Determinar exudados de raíces relacionados con la asimilación de nutrientes en el sistema milpa maíz-frijol y monocultivo de maíz en dos etapas de desarrollo vegetativo.

### Estrategia metodológica.

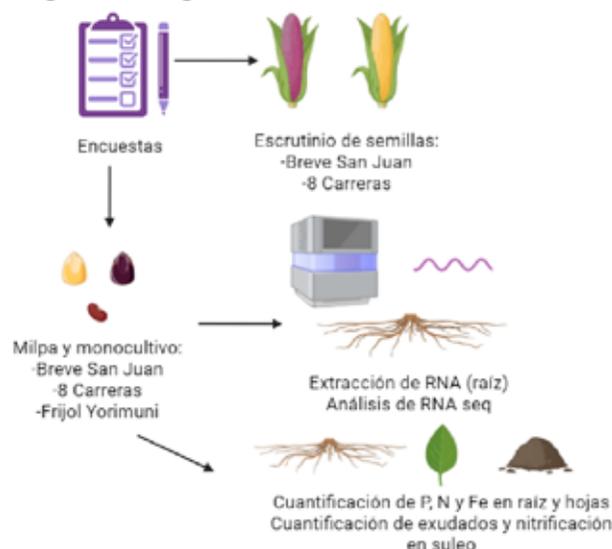


Figura 1. Estrategia metodológica a seguir en el proyecto.

**Resultados esperados.** Se espera demostrar que la exudación de metabolitos originados bajo el sistema milpa de maíz-frijol se controla a nivel genético en raíz, pero es inducido por las condiciones metabólicas en la rizósfera, donde el contenido de hierro y fitosideróforos son determinantes para controlar las dinámicas de intercambio de nitrógeno.

### Referencias.

- (1) Lopez-Ridaura, S. et al. (2021). *Scientific Reports*, 11(1), 1–10.
- (2) Méndez-Flores, O. G. et al. (2023). *Food Reviews International*, 39(3), 1359–1376.
- (3) Liu, Y. et al. (2023). *Plants*, 12(10), 1958

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TIRAPAZAMINA EN LA RESOLUCIÓN DEL ABSCESO HEPÁTICO AMEBIANO

Josue Fernando Velazquez Romero, \*María Esther Ramirez Moreno, Judith Pacheco Yépez, Laurence Annie Marchat Marchau, Gilberto Mandujano Lázaro.

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Escuela Superior de Medicina.

estherramirezmoreno@yahoo.com.

Palabras clave: Tirapazamina, Quinoxalina, Amebiasis, Absceso Hepático, Microbioma,

**Introducción.** *Entamoeba histolytica* es causante de la enfermedad infecciosa conocida como amebiasis, es de amplia distribución mundial y afecta principalmente a países en vías de desarrollo, para el caso particular de México en el año 2023 el SINAVE registro más de 117,000 casos de amebiasis. Los fármacos que actualmente se emplean para su tratamiento causan diversos efectos adversos, que ocasionan el abandono del tratamiento, por parte de los pacientes, haciendo que esta enfermedad sea persistente y recurrente. Las infecciones por este parásito conducen a distintas manifestaciones clínicas, que incluyen diarrea, colitis, disentería y en casos más severos la formación del absceso hepático amebiano (AHA) siendo este último el responsable de 50.000 muertes en el año 2010<sup>1</sup>. Debido a los altos índices de prevalencia y mortalidad de la amebiasis, así como los efectos adversos de los tratamientos actuales, es primordial el desarrollo de terapias alternativas.

Tirapazamina (TPZ) es un profármaco, perteneciente a la clasificación de las quinoxalinas, inicialmente su uso fue en el área de la oncología, sin embargo, ha demostrado tener un efecto antibacteriano<sup>2</sup> especialmente en bacterias con metabolismo anaerobio como el que posee *E. histolytica*. Recientemente Velazquez. et al. (2024) demostraron que la TPZ posee un efecto antiamebiano en cultivos de trofozoitos de *E. histolytica* en condiciones de aerobiosis y anaerobiosis determinando una IC50 de 2.19  $\mu\text{M}$  y de 0.95  $\mu\text{M}$ , respectivamente.

Los trofozoitos de *E. histolytica* tratados con TPZ mostraron un aumento de especies reactivas de oxígeno "ROS", peroxidación de lípidos, y fragmentación del DNA en condiciones de aerobiosis y anaerobiosis.

### Planteamiento del problema.

La amebiasis y los AHA que se producen siguen siendo un importante problema de salud pública en las áreas endémicas, por lo cual se deben buscar nuevos fármacos o probar algunos existentes que nos permitan tratar este problema de manera más eficiente.

### Justificación.

Debido a los altos índices de prevalencia y mortalidad de la amebiasis, así como los efectos adversos de los tratamientos actuales, es primordial el desarrollo de terapias alternativas, se ha demostrado el potencial antiamebiano de TPZ *in vitro*, sin embargo, se desconoce su potencial farmacológico *in vivo*, por lo que es necesario probar su eficacia en un modelo de amebiasis experimental.

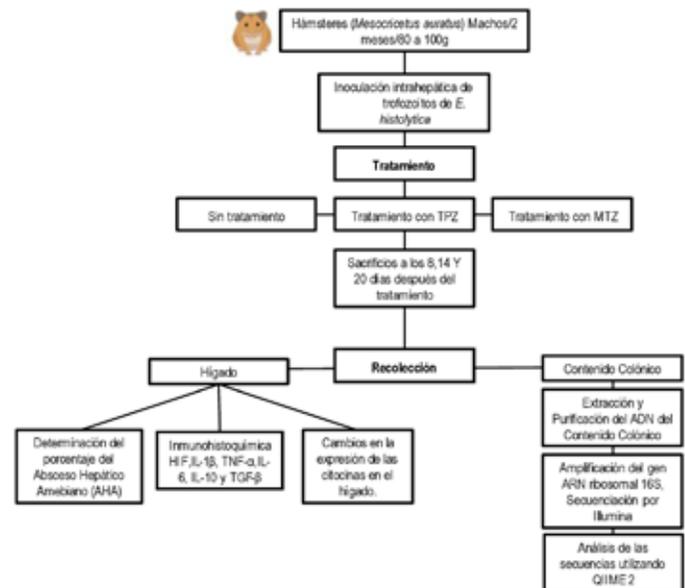
**Objetivo general.** Evaluar el efecto antiamebiano de TPZ en la progresión del absceso hepático en hámster.

### Objetivos particulares.

- Evaluar el efecto del tratamiento con TPZ en la evolución del AHA experimental.
- Evaluar los cambios histopatológicos que se presentan después del tratamiento con TPZ en el desarrollo del AHA.

- Analizar la expresión del Factor inducible por hipoxia (HIF), citocinas pro-inflamatorias, IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$  y anti-inflamatorias como la TGF- $\beta$  e IL-10 después del tratamiento con TPZ en el desarrollo del AHA.
- Evaluar si el tratamiento con TPZ afecta la microbiota del hámster.

### Estrategia metodológica



### Resultados esperados.

Se espera que la TPZ muestre un efecto antiamebiano *in vivo*, reduciendo significativamente la carga del parásito y limitando el daño tisular en el absceso hepático amebiano en hámsteres, lo que favorecería una resolución más rápida de la infección. Asimismo, se anticipa que la TPZ modifique los niveles de los mediadores de la inflamación, lo que podría correlacionarse con una menor progresión de la infección. También se espera que el tratamiento impacte positivamente en la microbiota de los hámsteres, contribuyendo a una recuperación integral.

### Referencias.

- Usuda, D., Tsuge, S., Sakurai, R., Kawai, K., Matsubara, S., Tanaka, R., Suzuki, M., Takano, H., Shimozawa, S., Hotchi, Y., Tokunaga, S., Osugi, I., Katou, R., Ito, S., Mishima, K., Kondo, A., Mizuno, K., Takami, H., Komatsu, T., Oba, J., ... Sugita, M. (2022). Amebic liver abscess by *Entamoeba histolytica*. *World journal of clinical cases*, 10(36), 13157–13166. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i36.13157>
- Shah, Z., Mahbuba, R., & Turcotte, B. (2013). The anticancer drug tirapazamine has antimicrobial activity against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Clostridium difficile*. *FEMS microbiology letters*, 347(1), 61–69. <https://doi.org/10.1111/1574-6968.12223>

## CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIHIPERGLUCEMIANTE Y TOXICOLÓGICA DEL EXTRACTO DE *Agave durangensis* Gentry

Juan David Bermudes Contreras, René Torres Ricario, Jorge Cornejo Garrido\*.

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía

\*jcornejog@ipn.mx

Palabras clave: *Agave durangensis*, UPLC-MS, antihiperglucemiante, toxicidad.

**Introducción.** La diabetes es una enfermedad crónica degenerativa caracterizada por una elevación de los niveles de glucosa. La prevalencia en México es del 18.3% y más de la mitad de los pacientes tiene un mal control de la enfermedad, ante lo cual muchos han optado por el uso de plantas medicinales para complementar su tratamiento. Dentro de las plantas que parecen tener propiedades medicinales para el tratamiento de esta patología encontramos al género *Agave* y dentro de este género la especie *Agave durangensis* Gentry ha demostrado que en extractos metanólicos de las hojas se encuentran metabolitos de interés farmacológico como flavonoides lo que la convierte en una fuente interesante de moléculas para el tratamiento de esta enfermedad.<sup>1</sup>

**Metodología.** Se realizó un extracto de *Agave durangensis* Gentry (EAd) utilizando hojas de esta planta que fueron secadas, molidas y puestas a macerar en acetato de etilo para posteriormente ser concentrado y secado para su uso. Se analizó la composición del extracto a través de UPLC-MS y se cuantificó la cantidad de triterpenos. Se realizó un estudio *in silico* para evaluar el perfil ADMET y proponer un probable blanco de los metabolitos presentes en el extracto a través de acoplamiento molecular. Se evaluó *in vitro* el blanco predicho utilizando un kit de inhibición de DPP4, además se evaluó *in vivo* el efecto antihiperglucemiante del EAd a través de un modelo animal de hiperglucemia inducida con estreptozotocina a quien se le administró 300 mg/kg del extracto, se obtuvieron muestras de sangre para análisis de parámetros bioquímicos como glucosa, colesterol y triglicéridos así como hemoglobina glicada, además de órganos para su estudio histopatológico. Finalmente, se evaluó *in vitro* la mutagenicidad a través de la prueba de AMES, y la toxicidad en estudios *in vivo* a través de toxicidad oral aguda.

**Resultados y discusión.** Se determinó que el metabolito mayoritario es un ácido graso tipo omega 3, seguido por triterpenos, flavonoides y saponinas. Se encontró que el extracto posee 294±0.84 mg/g equivalentes de ácido ursólico por cada gramo de extracto. Se propuso que unos de los probables blancos del extracto sobre el control de glucemia son las alfa glucosidasas y DPP4, encontrando en los ensayos *in vitro* un  $CI_{50}$  de 588 µg/mL del EAd. Además de ello se encontró que el extracto es capaz de disminuir de manera significativa los niveles de glucosa (Figura 1A), hemoglobina glicada (Figura 1B), colesterol VLDL (Figura 1C) y triglicéridos (Figura 1D) con respecto a los medicamentos de referencia. Por otra parte, la administración conjunta del extracto con metformina permite una disminución mayor de glucosa y hemoglobina glicada que únicamente con metformina. Finalmente se encontró que el EAd no posee actividad mutagénica mediante la prueba de AMES, además de tener una  $DL_{50}$  superior a 2000 mg/kg de acuerdo a los resultados de la toxicidad oral aguda. Se encontraron compuestos diferentes a los reportados previamente, esto puede deberse al disolvente utilizado para la extracción ya que al ser

de diferente polaridad permite la extracción mayoritaria de cierto tipo de metabolitos así como al método de análisis ya que en los estudios previos utilizan HPLC acoplado a diodos y algunos estándares que se enfocaron en compuestos flavonoides<sup>1</sup>. Por otra parte la disminución de hemoglobina glicada, glucosa y triglicéridos ha sido reportada para un extracto metanólico de *A.americana* sin embargo la disminución con EAd es superior a una dosis menor.<sup>2</sup>

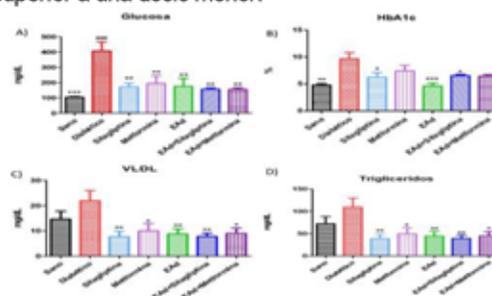


Figura 1. Parámetros bioquímicos de los diferentes grupos experimentales. A) Glucosa B) Hemoglobina glicada. C) Colesterol VLDL. D) Triglicéridos

**Conclusiones y perspectivas.** Se determinó la composición del EAd siendo los ácidos grasos, terpenos, flavonoides y saponinas los metabolitos mayoritarios. Se determinó que el EAd posee una actividad antihiperglucemiante e hipolipemiante siendo la inhibición de DPP4 uno de los probables mecanismos de acción. La administración conjunta de EAd con medicamentos de primera línea para el tratamiento de diabetes parece ser segura y mantener su efecto en la disminución de glucosa. El EAd demostró no ser genotóxico y su administración oral es segura al poseer una  $DL_{50}$  superior a 2000 mg/kg. Es necesario continuar investigando sobre los mecanismos de acción de este extracto sobre la glucemia así como el proponer formas farmacéuticas para continuar con su estudio en fases clínicas.

**Agradecimientos.** La presente investigación es financiada por los proyectos SIP-20220540 y SIP-20240599 del IPN

### Referencias.

- Almaraz-Abarca, N., Delgado-Alvarado, E., Hernandez-Vargas V., Ortega-Chavez, M., Orea-Lara, G., Cifuentes-Diaz de Leon, A., Avila-Reyes, J & Muniz-Mart, R. (2009). Profiling of Phenolic Compounds of Somatic and Reproductive Tissues of *Agave Durangensis* Gentry (Agavaceae). *American Journal of Applied Sciences*, 6(6).
- Aleem, A., Shahnaz, S., Javaid, S., Ashraf, W., Rasool, M. F., Ahmad, T., F Alotaibi, A., Albeshri, K. S., Alqahtani, F., & Imran, I. (2022). Chronically administered *Agave americana* var. *marginata* extract ameliorates diabetes mellitus, associated behavioral comorbidities and biochemical parameters in alloxan-induced diabetic rats. *Saudi pharmaceutical journal : SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 30(10).

## EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIHIPERGLUCEMIANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Fouquieria* sp. MEDIANTE ENSAYOS *IN VITRO* E *IN VIVO*

Karen Montserrat Román Casiano, Jorge Cornejo Garrido, \*René Torres Ricario

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

\*rtorres@ipn.mx

Palabras clave: Antihyperglucemiante, Diabetes, DPP4, *Fouquieria*, UPLC-MS, Toxicidad

**Introducción.** La diabetes es un grupo de trastornos metabólicos crónicos caracterizados por hiperglucemia, asociada a múltiples complicaciones las cuales empeoran el pronóstico de la enfermedad. En México, la diabetes ocupó el segundo lugar en defunciones en el 2023, de modo que el uso de plantas medicinales como coadyuvante para su tratamiento es una práctica común entre la población. *Fouquieria* sp. es una especie de arbusto ampliamente distribuida en México. En el estado de Durango, se desarrolla en regiones áridas del centro-norte y noreste del estado, y su composición fenólica, propiedades biológicas y efectos toxicológicos ha sido poco estudiada (1). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la inhibición de la enzima DPP4 *in vitro*, así como el efecto toxicológico y antihyperglucemiante *in vivo* del extracto etanólico foliar de *Fouquieria* sp.

**Metodología.** La preparación de extracto etanólico de *Fouquieria* sp. se realizó utilizando las hojas secas previamente molidas mezcladas con etanol al 80%. La composición del extracto fue analizada mediante UPLC-MS. Además, el extracto fue fraccionado mediante cromatografía de columna para su posterior análisis en ensayos *in vitro*. La capacidad del extracto para inhibir la DPP4, se realizó mediante un kit de detección de inhibidores. El estudio de toxicidad oral aguda del extracto se llevo a cabo de acuerdo a las directrices de la OECD por el método 423 y la mutagenicidad mediante la prueba de AMES. Para el efecto antihyperglucemiante *in vivo* se utilizaron ratas macho Wistar, inducidas a hiperglucemia mediante una inyección intraperitoneal de estreptozotocina. Los distintos tratamientos fueron administrados una vez al día mediante cánula intragástrica durante un periodo de 30 días.

**Resultados y discusión.** El análisis en búsqueda de compuestos fenólicos mediante UPLC-MS exhibió la presencia de hiperósido, kaempferol 3-O-sambubiosido, ácido quínico, morina, ácido elálgico, quercitrina, kaempferol, luteolina 7-O-glucósido, apigenina, 1,2,6-trigaloioglucosa, kaempferol 3-O-rutinósido. De la separación del extracto se obtuvieron un total de 37 fracciones. La capacidad del extracto total de *Fouquieria* sp. para inhibir la enzima DPP4 mostró una IC<sub>50</sub> a una concentración de 473.14 µg/ml, valores que se encontraron por debajo de lo reportado en otras plantas con potencial inhibidor. El estudio de toxicidad oral aguda mostró que no se presentaron signos o síntomas de toxicidad, ni casos de muerte en los animales durante el periodo experimental obteniendo una DL<sub>50</sub> >2000 mg/kg, que podría suponer un peligro para la salud si se ingieren dosis superiores a ésta. El estudio de mutagenicidad reveló que el extracto no incrementó el número de reversiones en ninguna de las cepas utilizadas y tampoco se observaron cambios relacionados con las dosis probadas. El tratamiento con el extracto de *Fouquieria* sp. demostró reducir los niveles de glucosa sérica en ayunas y HbA<sub>1c</sub> en ratas diabéticas, mientras que la insulina sérica

no mostró diferencia. Así mismo, en el perfil de lípidos se observó una disminución del colesterol, las VLDL y triglicéridos respecto al grupo diabético control sin tratamiento (Cuadro 1). Efectos similares han sido reportados en estudios con ratas diabéticas (2). Además, el análisis histológico de los tejidos de interés en los grupos experimentales no mostró alteraciones en su morfología y/o arquitectura.

Cuadro 1. Perfil bioquímico en ratas diabéticas después de 30 días de tratamiento con el extracto etanólico foliar de *Fouquieria* sp.

Parámetros (mg/dl)	Diabético	Diabético+ Extracto	Diabético+ Extracto+ Sitagliptina	Diabético+ Extracto+ Metformina
Glucosa	407±60.2	206.7±13.3*	183.3±60.6*	94.67±27.2*
HbA <sub>1c</sub> (%)	9.6±1.1	7.9±0.3	7.3±1.2	4.4±0.7*
Insulina	0.10±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01	0.06±0.03
Colesterol	79.3±7.6	57.0±8.5	72.6±12.6	63.3±3.3
VLDL	22.0±4.0	6.6±1.3*	10.3±0.8	15.6±7.2
Triglicéridos	89.6±2.6	39.6±3.3*	50.2±3.4*	47.6±7.8*

\*Diferencia estadísticamente significativa respecto al grupo diabético

**Conclusiones y perspectivas.** La composición del extracto mostró la presencia de 11 distintos compuestos fenólicos. Además, se obtuvieron un total de 37 fracciones. El valor de la DL<sub>50</sub> del extracto etanólico foliar de *Fouquieria* sp. fue >2000 mg/kg en ratas Wistar mediante el método 423, y es clasificado como no tóxico al encontrarse en la categoría 5 del del sistema globalmente armonizado (GHS). Asimismo, demostró no presentar mutagenicidad en las cepas utilizadas durante la prueba de AMES. Finalmente, el extracto presentó actividad antihyperglucémica al reducir los niveles de glucosa en sangre de las ratas diabéticas inducidas con estreptozotocina. El tratamiento combinado del extracto y metformina ejerció mayor efecto sobre la disminución de la glucosa y la HbA<sub>1c</sub>.

**Agradecimientos.** A la Secretaría de Investigación y Posgrado por el financiamiento otorgado a los proyectos de investigación con clave SIP 20240599 y 20240727 del IPN.

### Referencias.

- Monreal-García HM, Almaraz-Abarca N, Ávila-Reyes JA, Torres-Ricario R, González-Elizondo MS, Herrera-Arrieta Y, Gutiérrez-Velázquez MV. 2019. Phytochemical variation among populations of *Fouquieria splendens* Engelm. (Fouquieriaceae). Bot Sci. 97(3), 398-412.
- Strugała P, Dzydzan O, Brodyak I, Kucharska AZ, Kuropka P, Liuta M, Kaleta-Kuratewicz K, Przewodowska A, Michalowska D, Gabrielska J, Sybima N. 2019. Antidiabetic and Antioxidative Potential of the Blue Congo Variety of Purple Potato Extract in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. Molecules. 28;24(17):3126.

## EFFECTO DEL USO DE HOJAS DE AGAVE Y MEZCLA DE CONCENTRADOS DE PROTEÍNA EN ALIMENTOS FORMULADOS PARA JUVENILES DE CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei*

Laura Belén Soto Peña, Hervey Rodríguez González\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional

hrodriguezg@ipn.mx.

Palabras clave: *Ensilado de hoja de agave, Concentrado proteico, Antioxidante, Estrés oxidativo*

**Introducción.** La harina de pescado ha sido un componente clave en las dietas formuladas para camarones debido a su alto contenido de proteínas y perfil nutricional equilibrado. No obstante, la creciente demanda, los costos elevados y la sostenibilidad han impulsado la búsqueda de otras alternativas (1). Entre las opciones se encuentran las proteínas vegetales, como el ensilado de hojas de agave y concentrados proteicos. Estos últimos presentan múltiples beneficios, no solo son una fuente sostenible y económica de proteínas, sino que también contienen antioxidantes, los cuales son esenciales para neutralizar radicales libres y reducir el estrés oxidativo de organismos acuáticos (2).

**Planteamiento del problema.** Dado el impacto ambiental generado por la falta de aprovechamiento de subproductos agrícolas como las hojas de agave y los granos de descarte, considerando la necesidad de encontrar fuentes de proteína alternativas en la acuicultura, es necesario investigar si estos subproductos pueden ser utilizados como ingredientes en dietas para camarón blanco *P. vannamei* sin afectar negativamente su crecimiento y rendimiento productivo.

**Justificación.** El aprovechamiento de subproducto hojas de agave para la producción de mezcal en el estado de Puebla, no ha sido explorado. Por otra parte, en Sinaloa se estima que del 10-20% del total de producción son granos de descarte. Tanto las hojas de agave como los concentrados proteicos de origen vegetal tienen la capacidad de proporcionar antioxidantes naturales a las dietas de camarones. Por lo cual, reemplazar la harina de pescado por estos productos, representa una innovación significativa en la acuicultura al promover la sostenibilidad, reducir costos y fortalecer el sistema de defensa antioxidante de los camarones.

**Objetivo general.** Evaluar las hojas de agave y mezcla de concentrados proteicos de frijol, cártamo y chícharo en dietas para camarón blanco *P. vannamei* en el crecimiento, parámetros productivos, sistema de defensa antioxidante, capacidad digestiva y factibilidad económica.

### Objetivos particulares.

1. Evaluar la digestibilidad de ensilado de hoja de agave y concentrados proteicos de frijol, cártamo y chícharo en camarón blanco *P. vannamei*.
2. Caracterizar bioquímicamente dietas para juveniles de camarón blanco *P. vannamei*.
3. Determinar el efecto de las diferentes dietas experimentales sobre crecimiento y parámetros productivos en camarón blanco *P. vannamei* en laboratorio y granja comercial.
4. Evaluar el uso de hojas de agave y concentrados proteicos como aditivo en alimento comercial para camarón blanco *P. vannamei*.
5. Evaluar el sistema de defensa antioxidante de hepatopáncreas de camarón blanco *P. vannamei* sometidos a estrés salino en laboratorio.
6. Determinar la factibilidad económica de la adición de hojas de agave y concentrados proteicos en alimento comercial para camarón blanco *P. vannamei*.

**Estrategia metodológica.** Se obtendrán hojas de agave de productores locales de mezcal del Estado de Puebla y granos de frijol cártamo y chícharo de productores locales de Sinaloa. Se realizará un bioensayo de digestibilidad del ensilado de hoja de agave y los concentrados de proteína utilizando el método de Furukawa y Tsukahara (1966). Las dietas experimentales serán formuladas tomando en cuenta los requerimientos nutricionales reportados para camarón blanco *P. vannamei* (3). Proteína cruda se determinará, lípidos, contenido de humedad y contenido de cenizas de acuerdo a lo recomendado por la AOAC (1999). Las extracciones de las muestras y el análisis de polifenoles se realizarán por el método descrito por Marigo (1973). Para la determinación del contenido total de flavonoides se empleará el método de Luximon-Ramma *et al.* (2002). La actividad de eliminación de radicales DPPH se analizarán según Wu *et al.* (2013). La actividad captadora de radicales ABTS se determinará de acuerdo con Przygodzka *et al.* (2014) y el ensayo de potencia reductora férrica (FRAP) se determinará de acuerdo con la modificación método de Benzie y Strain (1996). Se analizará el efecto de la mezcla de los concentrados proteicos en organismos *P. vannamei* cabo durante 60 días de periodo experimental en laboratorio. Se realizará un segundo bioensayo de crecimiento en laboratorio para evaluar el efecto del uso de ensilado de agave. El tercer bioensayo en granja consistirá en utilizar las dietas que resulten estadísticamente mejor de los bioensayos de crecimiento en laboratorio. En último bioensayo de crecimiento se utilizará el ensilado de hoja de agave y concentrados proteicos como aditivos para alimento comercial en granja. Se tomarán los parámetros productivos de los y se realizara una prueba de estrés salino siguiendo la metodología de Su *et al.* (2023). Se determinará la concentración de malondialdehído (MDA) como indicador de estrés oxidativo con el método de Buege y Aust (1978). La actividad de superóxido dismutasa se determinará según McCord y Fridovich (1969). La actividad de catalasa con Aebi (1984). La actividad de glutatión peroxidasa siguiendo el método de Flohé y Günzler (1984). Por último, se realizará un modelo de negocios conocido como "Business ModelCanvas"

**Resultados esperados.** La adición del ensilado de hoja de agave y la mezcla de concentrados proteicos promoverá mejores resultados en crecimiento, variables productivas, capacidad antioxidante y serán rentables para su adición en alimentos comerciales.

### Referencias.

- (1) Tacon, A. G., & Metian, M. J. A. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. 285(1-4), 146-158.
- (2) Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., Hua, K. J. P. o. t. N. A. o. S. 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. 106(36), 15103-15110.
- (3) Akiyama, D. M. (1991). Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: revised. Paper presented at the Proceeding of the aquaculture feed processing and nutrition workshop.

## EVALUACIÓN DE LIGANDOS DIRIGIDOS CONTRA LAS PROTEÍNAS HUMANAS EGFR (HER1), BCL-2 Y BAX PARA EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE MAMA TRIPLE NEGATIVO

Lawrence Christopher López Méndez, Laurence A. Marchat, Absalom Zamorano Carrillo\*

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía.

azamorano@ipn.mx

Palabras clave: *cáncer triple negativo, cribado virtual, EGFR, Bcl-2*

**Introducción.** EGFR (HER1) [epidermal growth factor receptor] de la familia de receptores ErbB participa en la regulación de la proliferación, diferenciación, supervivencia y migración celular. Su activación es regulada por la unión de ligandos al dominio extracelular, lo cual permite la dimerización de los receptores y su autofosforilación, para su interacción con otras moléculas que desencadenan una cascada de señalización<sup>1</sup>. Particularmente, EGFR inhibe la apoptosis mediante su impacto en las vías MAPK, PI3K-AKT y JAK/STAT promoviendo la sobreexpresión de las proteínas anti apoptóticas Bcl-2/xL y disminuyendo la expresión de las proteínas efectoras Bad<sup>2</sup>.

El cáncer de mama es uno de los cánceres más frecuentes en la población femenina. Particularmente, el tratamiento del **cáncer de mama triple negativo (CMTN)** es muy limitado debido a la ausencia de los receptores hormonales para estrógeno y progesterona, así como la proteína HER2 de la familia ErbB contra las cuales están dirigidos los tratamientos efectivos. Sin embargo, se ha reportado la sobreexpresión compensatoria de otros receptores como EGFR (HER1) que representa un blanco molecular interesante para el diseño de nuevos fármacos antitumorales<sup>3</sup>. Los fármacos dirigidos contra el dominio tirosina quinasa de EGFR (HER1) son capaces de controlar el crecimiento tumoral, pero la aparición de mutaciones favorece eventos de resistencia, por lo que se requiere implementar estrategias terapéuticas novedosas<sup>4</sup>.

### Objetivo general.

Evaluar ligandos dirigidos contra las proteínas humanas EGFR (HER1), Bcl-2 y Bax para el tratamiento del CMTN.

### Objetivos particulares.

1. Obtener el modelo tridimensional de la proteína humana EGFR (HER1).
2. Encontrar las conformaciones más estables a través Dinámica Molecular de la proteína humana EGFR (HER1).
3. Realizar la búsqueda de ligandos que interactúen con la proteína humana EGFR (HER1).
4. Evaluar la actividad biológica de los ligandos obtenidos en líneas celulares de CMTN.
5. Evaluar el efecto combinado de ligandos dirigidos contra las proteínas humanas EGFR (HER1), Bcl-2 y Bax en líneas celulares de CMTN.

**Estrategia metodológica.** Se recuperarán los modelos tridimensionales existentes de EGFR (HER1) de las bases de datos para ejecutar simulaciones de dinámica molecular con GROMACS. Se realizará el cribado virtual dirigido con el programa Autodock Vina usando quimiotecas públicas y/o privadas para identificar nuevos ligandos. Un análisis ADMETox permitirá predecir los mejores compuestos según su farmacología. Finalmente, su efecto en la promoción de la apoptosis se evaluará en la línea celular de CMTN MDA-MB-231, en combinación con ligandos de la familia de proteínas Bcl-2.

**Resultados esperados.** Se espera que una combinación de ligandos de EGFR (HER1), Bax y Bcl-2 sean capaces de promover la apoptosis en las células de CMTN.

### Referencias.

1. Roskoski, R. (2014). The ErbB/HER family of protein-tyrosine kinases and cancer. *Pharmacological Research*, 79, 34–74. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2013.11.002>
2. Danielsen, A. J., & Maihle, N. J. (2002). The EGF/ErbB receptor family and apoptosis. *Growth Factors*, 20 (1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/08977190290022185>
3. Uribe, M. L., Marrocco, I., & Yarden, Y. (2021). EGFR in Cancer: Signaling Mechanisms, Drugs, and Acquired Resistance. *Cancers*, 13, 2748. <https://doi.org/10.3390/cancers>
4. Shaban, N., Kamashev, D., Emelianova, A., & Buzdin, A. (2024). Targeted Inhibitors of EGFR: Structure, Biology, Biomarkers, and Clinical Applications. *Cells* 13, 1. <https://doi.org/10.3390/cells13010047>

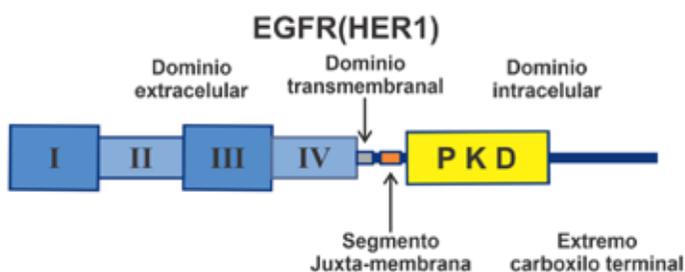


Figura 1. Dominios funcionales de la proteína EGFR (HER1)

**Planteamiento del problema.** El CMTN presenta un comportamiento clínico agresivo y una alta tasa de reincidencia, su tratamiento es limitado, por lo que se requiere implementar estrategias terapéuticas novedosas.

**Justificación.** La sobreexpresión de EGFR (HER1) en el CMTN, su participación en las vías de progresión y supervivencia celular, así como su impacto en la regulación de los factores apoptóticos de la familia Bcl-2, lo hace un blanco ideal para el desarrollo de nuevos fármacos antitumorales.

## IDENTIFICACIÓN DE VARIANTES EN EL GEN *CYP2D6* PREDICTORAS DEL FENOTIPO DE DEXTROMETORFANO EN POBLACIÓN INDÍGENA MEXICANA

Leobardo Ibarra Sánchez, Martha Sosa Macías\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

msosam@ipn.mx

Palabras clave: *CYP2D6*, variantes nucleotídicas, genotipo, fenotipo

**Introducción.** Las enzimas del citocromo P450 (*CYP450*) son una superfamilia de proteínas encargadas del metabolismo de diferentes sustancias endógenas y de ~75% de los fármacos que se usan en la práctica clínica (1). Muchos de los genes *CYP450* presentan variantes nucleotídicas (SNV) que pueden afectar su actividad y por tanto el metabolismo de los medicamentos. Lo anterior genera diferentes fenotipos metabólicos clasificados como lentos, intermedios, normales y ultrarápidos. *CYP2D6* metaboliza el 25% de los fármacos más usados como analgésicos, antidepresivos, antihipertensivos y quimioterapéuticos. Es una de las enzimas más afectadas por SNV con 163 variantes y diversas subvariantes identificadas a la fecha. Además, exhibe variantes de número de copias (CNV), incluidas deleciones, duplicaciones y multiplicaciones del gen (2). La distribución de las SNV y CNV de *CYP2D6* depende de la etnia, por ejemplo, >20% de poblaciones judías y europeas tienen SNV no funcionales, el 45% de individuos de Asia del Este tienen SNV con función disminuida y menos del 10% de individuos de Oceanía tienen SNV con función aumentada. La frecuencia de las CNV va del 12-23% dependiendo de la población (3). México es un país con alta presencia de grupos étnicos en los que se ha determinado la frecuencia de variantes de *CYP2D6* más comunes en población caucásica y asiática, sin embargo, se ha demostrado que estas variantes no predicen el fenotipo metabólico de dextrometorfano (usado como marcador de actividad de *CYP2D6*) y por tanto, no podrían considerarse como marcadores de respuesta a fármacos metabolizados por esta enzima (4).

**Planteamiento del problema.** Actualmente, se han detectado diversas variantes en el gen *CYP2D6* asociadas con falla en la respuesta a fármacos o con reacciones adversas. Muchas de estas variantes se han incluido en guías clínicas para mejorar la eficacia y seguridad de los fármacos, principalmente en población europea. Sin embargo, en estudios previos de este grupo de investigación, se demostró que no son útiles para predecir el fenotipo de dextrometorfano en población de origen indígena de nuestro país.

**Justificación.** Las SNV y CNV identificadas en el gen *CYP2D6* explican en cierta medida la variabilidad en la respuesta a los fármacos que metaboliza la enzima. No obstante, en la población indígena mexicana estas variantes no explican las diferencias metabólicas que resultan de la actividad de *CYP2D6*. Por lo anterior, en este trabajo se propone la identificación de variantes específicas de estas poblaciones que sean de utilidad como marcadores de respuesta a fármacos que son sustratos *CYP2D6*, para mejorar su eficacia y seguridad.

**Objetivo general.** Identificar SNV y CNV en el gen *CYP2D6* que sean predictoras del fenotipo de dextrometorfano en la población indígena mexicana.

**Objetivos particulares.** 1) Identificar SNV en las regiones exónicas, intrónicas y extragénicas 5' y 3', así como CNV en el gen *CYP2D6* en los individuos que mostraron resultados paradójicos en fenotipo de

dextrometorfano. 2) Determinar la asociación entre las nuevas variantes identificadas y el fenotipo de *CYP2D6* previamente determinado. 3) Evaluar la funcionalidad de las nuevas variantes del *CYP2D6* mediante herramientas bioinformáticas. 4) Determinar la frecuencia de las nuevas variantes en la población general.

**Estrategia metodológica.** El proyecto será evaluado por un Comité de Ética reconocido por la SSA. Se identificarán las muestras de individuos cuyo genotipo no predijo el fenotipo de dextrometorfano de una genoteca del CIDIR Unidad Durango y se realizará la extracción de ADN. Posteriormente se evaluará su integridad mediante gel de agarosa y se cuantificará por espectrofotometría. Se evaluarán las regiones exónicas, intrónicas y extragénicas 3' y 5' mediante secuenciación de nueva generación (NGS). La determinación de CNV se realizará mediante una PCR de largo alcance (XL-PCR). Las variaciones identificadas serán corroboradas a través de secuenciación tipo Sanger. Se determinará la asociación entre las nuevas variantes identificadas y el fenotipo metabólico de *CYP2D6* mediante un análisis de regresión lineal. Se realizará un análisis bioinformático de las variantes identificadas con los softwares Swiss Model e I-TASSER para el modelado por homología y Autodock 4.2 para determinar su estructura tridimensional e interacción con el sustrato. Finalmente, la frecuencia de las variantes se determinará en la población general mediante PCR en tiempo real con sondas específicas.

**Resultados esperados.** Mediante este estudio se espera identificar SNV y CNV no descritas en la población indígena mexicana que puedan explicar el fenotipo de *CYP2D6* obtenido previamente. También, se espera determinar sus repercusiones funcionales y la frecuencia de estas nuevas variantes en la población general que sean de utilidad como marcadores de respuesta a fármacos.

**Referencias.** 1) Guengerich, F. P. 2008. Cytochrome P450 and Chemical Toxicology. *Chem. Res. Toxicol.* Volumen (21): 70-83. 2) Turner, A. J., Nofziger, C., Ramey, B. E., Ly, R. C., Bousman, C. A., Agúndez, J. A. G., Sangkuhl, K., Whirl-Carrillo, M., Vanoni, S., y Dunnenberger, H. M. 2023. PharmVar tutorial on *CYP2D6* structural variation testing and recommendations on reporting. *Clin. Pharmacol. Ther.* Volumen (114): 1220-1237. 3) Taylor, C., Crosby, I. Yip, V., Maguire, P., Pormohamed, M. y Turner, R. M. 2020. A Review of important Role of *CYP2D6* in Pharmacogenomics. *Genes.* Volumen (11): 1295. 4) de Andrés, F., Sosa-Macias, M., Ramos, B. P. L., Naranjo, M. E. G. y Llerena, A. 2017. *CYP450* genotype/phenotype concordance in Mexican Amerindian indigenous populations – where to from here for global precision medicine? *OMICS.* Volumen (21): 509-519.

## DETERMINACIÓN DEL MECANISMO DE SORCIÓN DE PLOMO Y CADMIO EN MODELOS DE AGUA UTILIZANDO ASTILLAS DE MADERA MODIFICADAS

Luis Arturo Torres Castañón, José Bernardo Proal Nájera\*  
Asesor del trabajo\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

jproal@ipn.com

Palabras clave: Biosorbente, Sorción, Metales Pesados, Isotermas, Cinética.

**Introducción.** La contaminación del agua con metales pesados como plomo (Pb) y cadmio (Cd) es una seria amenaza para la salud pública y el medio ambiente. Los procesos de sorción, involucran la adhesión de iones metálicos a la superficie de un sorbente sólido, estos han surgido como una técnica prometedora para la remoción de contaminantes, debido a su alta eficiencia, bajo costo y fácil operación. Estudiar el mecanismo de sorción es fundamental para comprender el mecanismo y las etapas limitantes del proceso y evaluar la viabilidad de escalar el sistema para aplicaciones reales [1,2]. Los biosorbentes lignocelulósicos, como las astillas de madera, son materiales biológicos capaces de adsorber metales pesados y otros contaminantes. Son atractivos por su abundancia, bajo costo y biodegradabilidad; sin embargo, su capacidad de sorción en estado natural es limitada, lo que hace necesaria su modificación para aumentar su efectividad en la eliminación de metales pesados. [3,4]

**Planteamiento del problema.** La contaminación del agua con metales pesados como plomo (Pb) y cadmio (Cd) es una seria amenaza para la salud pública y el medio ambiente. Los métodos actuales para la remoción de estos contaminantes son costosos y poco accesibles.

**Justificación.** El desarrollo de un biosorbente basado en astillas de madera modificadas representa una alternativa para la remoción metales pesados en agua, debido a su bajo costo, fácil operación y alta eficiencia.

**Objetivo general.** Determinar el mecanismo de sorción de plomo y cadmio en modelos de aguas utilizando astillas de madera modificada.

**Objetivos particulares.** 1. Establecer e implementar el tratamiento fisicoquímico para la obtención del biosorbente. 2. Identificar los parámetros óptimos para la máxima eficiencia de remoción de plomo y cadmio. 3. Determinar las propiedades fisico-químicas de las astillas de madera modificadas. 4. Estudiar la cinética de sorción de plomo y cadmio en modelos de aguas utilizando astillas modificadas. 5. Implementar el proceso tecnológico en una matriz real.

**Estrategia metodológica.**

La Preparación biosorbente se realizará de acuerdo a la metodología de la figura 1.

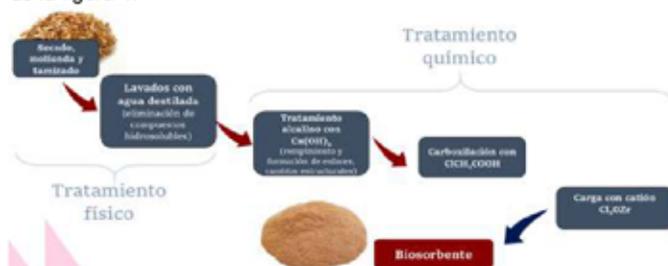


Figura 1. Preparación del biosorbente

Con el biosorbente obtenido se realizarán pruebas por lotes para evaluar el efecto de variables como el pH, el tamaño de partícula, la concentración inicial de contaminante y el tiempo de contacto en el proceso de sorción, utilizando un análisis estadístico ANOVA. Se caracterizarán las astillas de madera, los productos intermedios y el biosorbente antes y después del proceso de sorción de plomo y cadmio, con el objetivo de determinar y evaluar los cambios físicos, químicos y estructurales que ocurren en el material durante los procesos de preparación y sorción. Las técnicas de análisis utilizadas y la información que proporcionan se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Técnicas instrumentales de caracterización

Información obtenida	Técnica de análisis
Composición y fases cristalinas	Difracción de rayos X (XRD)
Tamaño, composición elemental, textura y morfología	Microscopio electrónico de barrido con detector de energía dispersiva (SEM-EDX)
Área superficial y volumen de poro	Brunauer, Emmett y Teller (BET)
Grupos funcionales	Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
Punto de carga cero y punto isoeléctrico	Potencial zeta
Composición y estado químico	Espectroscopia de Fotoelectrones de Rayos X (XPS)

Se determinarán la capacidad y el tipo de sorción utilizando modelos de isotermas y cinéticos en modelos de agua. Se analizarán los mecanismos involucrados, como la sorción física o química, la difusión en la película, la difusión intrapartícula y la adsorción superficial, entre otros. Por último, se implementará un sistema a escala de laboratorio.

**Resultados esperados.** Desarrollo de un biosorbente a partir de astillas de madera para la remoción de cadmio y plomo en modelos de agua, determinando parámetros óptimos y evaluando su capacidad y cinética de sorción. Se implementará un sistema a escala de laboratorio y se publicará un artículo científico en una revista de impacto.

**Referencias.**

- Chen, Z. L., Zhang, J. Q., Huang, L., Yuan, Z. H., Li, Z. J., & Liu, M. C. (2019). Removal of Cd and Pb with biochar made from dairy manure at low temperature. *Journal of International Agriculture*, 18(1), 201–210.
- Fabre, E., Tavares, D., Vale, C., & Pereira, E. (2021). Nutshells as efficient biosorbents to remove cadmium, lead, and mercury from contaminated solutions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1580.
- Ho, Y. S., & McKay, G. (1999). Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochemistry*, 34(5), 451–465.
- Huang, L. Z., Zeng, G. M., Huang, D. L., Li, L. F., Huang, P. M., & Xia, C. B. (2009). Adsorption of lead (II) from aqueous solution onto *Hydrilla verticillata*. *Journal of Biodegradation*, 20, 651–660.

## ANÁLISIS DE LA RESPUESTA METABÓLICA INDUCIDA EN EL PROCESO DE INTERACCIÓN DE LOS HONGOS *Pleurotus ostreatus* Y *Aspergillus flavus*

Luis Jesús Martínez Tozcano, Martha Dolores Bibbins Martínez\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.

mbibbinsm@ipn.mx

Palabras clave: *A. flavus*, Metabolómica, *P. ostreatus*, qPCR.

**Introducción.** Cuando diferentes especies de hongos compiten, sus interacciones entre micelios provocan cambios en la forma del micelio, lo que induce la producción de metabolitos secundarios bioactivos no generados en cultivos individuales. A la fecha, se desconoce cómo se regula la producción de metabolitos intracelulares durante la interacción competitiva. Estas interacciones influyen en las vías metabólicas, restringiendo el crecimiento, alterando la morfología y afectando la producción de metabolitos secundarios como aflatoxinas. También pueden inducir enzimas clave en la respuesta. Los basidiomicetos se han estudiado por su capacidad de producir metabolitos secundarios con propiedades antifúngicas, antibacterianas y citotóxicas (1). El hongo *Pleurotus ostreatus* ha demostrado tener un efecto antagonista frente a hongos fitopatógenos como *A. flavus*. Estudios han reportado la producción de metabolitos con actividad antifúngica en diversas condiciones de crecimiento, tanto en el cuerpo fructífero como en el micelio. (2). Por otra parte, la respuesta antagonista de este organismo también ha sido asociada con la producción de oxidasas, como la lacasa. Existen estudios sobre la efectividad de oxidasas en la degradación de aflatoxinas, pero no se ha investigado la expresión de oxidasas en *P. ostreatus* en respuesta a patógenos. El estudio de la respuesta antagonista de *P. ostreatus* frente a *A. flavus* busca contribuir al entendimiento de los mecanismos de defensa ante estrés biótico, degradación de aflatoxinas e identificación de metabolitos bioactivos.

**Planteamiento del problema.** Aunque *P. ostreatus* muestra potencial en el biocontrol de *A. flavus*, se entiende poco sobre las vías metabólicas y mecanismos de regulación activados durante su interacción. No se ha estudiado en detalle cómo la presencia de *A. flavus* induce cambios en la expresión génica y la actividad enzimática en *P. ostreatus*, ni la inducción de nuevos compuestos bioactivos.

**Justificación.** La presencia de aflatoxinas en cultivos ha causado problemas fitosanitarios, pérdidas económicas y disminución de la calidad de vida en personas y animales. Actualmente, métodos biológicos, incluyendo extractos enzimáticos o enzimas purificadas de *P. ostreatus*, son prometedores para la degradación de xenobióticos. Es relevante explorar molecularmente la respuesta de las enzimas oxidasas y peroxidasas extracelulares de *P. ostreatus* al estrés biótico (cultivo dual con *A. flavus*). Conocer la expresión de los genes de oxidasas puede revelar la participación de enzimas específicas en la oxidación de aflatoxinas y contribuir a entender los mecanismos de defensa y a identificar nuevos metabolitos bioactivos.

**Objetivo general.** Profundizar en el conocimiento de la/las vías metabólicas y mecanismos de regulación participantes en la respuesta metabólica que se induce en el proceso de interacción de los hongos *Pleurotus ostreatus* y el hongo fitopatógeno *Aspergillus flavus*.

**Objetivos particulares.** Caracterizar la cinética de crecimiento y definir el índice de antagonismo de *P. ostreatus* vs *A. flavus* en ensayos

de interacción in vitro. Evaluar el efecto de la interacción en los patrones de expresión diferencial y actividad de las oxidasas (lacasa, dxe peroxidasa, manganeso peroxidasa y versátil peroxidasa) de *P. ostreatus*. Estudiar la respuesta a nivel transcripcional de los reguladores maestros *LaeA*, *AflR*, *AflJ*, *AflS* y *BrlA* durante el proceso de interacción y definir su correlación con la síntesis de aflatoxinas y esporulación de *Aspergillus flavus*. Definir los principales metabolitos producidos diferencialmente en la interacción de *P.ostreatus* vs *A. flavus* y predecir su posible rol en el proceso de interacción fúngica.

**Estrategia metodológica.** Se establecerán cocultivos entre *P. ostreatus* y *A. flavus*, donde se determinará la actividad enzimática de oxidasas, concentración/oxidación de aflatoxinas (HPLC, ELISA), así como el porcentaje de inhibición radial. Los análisis génicos serán sobre expresión diferencial de genes (qPCR) de oxidasas y metabolismo y biosíntesis de aflatoxinas en respuesta al cocultivo (estrés biótico). Por otra parte, el análisis de los metabolomas será por LC-MS y la identificación de metabolitos y análisis de rutas metabólicas por MetaboAnalyst.

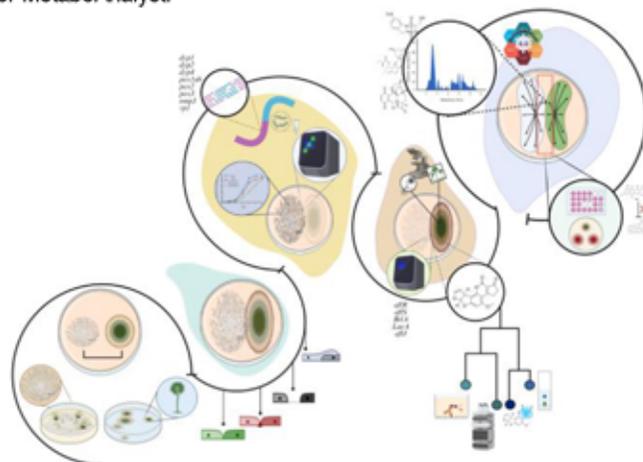


Figura 1. Estrategia experimental

**Resultados esperados.** Se esperan resultados que revelen las vías metabólicas activas, los mecanismos de regulación implicados, la eficiencia en la degradación de aflatoxinas, la producción de nuevos metabolitos bioactivos y aportaciones significativas al desarrollo de estrategias de biocontrol y conocimiento científico.

**Referencias.** 1-Suay, I., Arenal, F., Asensio, F. J., Basilio, A., Angeles Cabello, M., Teresa Díez, M., ... & Francisca Vicente, M. (2000). Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities. *Antonie van Leeuwenhoek*, 78(2), 129-140.

2- Castillo, T. A., Lemos, R. A., Pereira, J. R. G., Alves, J. M. A., & Teixeira, M. F. S. (2018). Mycelial growth and antimicrobial activity of *Pleurotus* species (Agaricomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 20(2).

# CARACTERIZACION FUNCIONAL DE lncRNAs EN LA DIFERENCIACION DE SUBTIPOS DE CANCER DE MAMA

Manuel Misael Coca González, David Guillermo Pérez Ishiwara, Maria del Consuelo Gómez García\*

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Laboratorio de Biomedicina Molecular 1

cgomezg@ipn.mx

Palabras clave: lncRNAs, biomarcadores, cáncer de mama, subtipos moleculares, genes *hub*.

**Introducción.** El cáncer de mama es una de las principales causas de muerte en mujeres mayores de 20 años en México. Esta enfermedad se distingue por su heterogeneidad y se clasifica en subtipos como luminal A, luminal B, HER2-enriquecido y triple negativo. A pesar de estas clasificaciones, el diagnóstico sigue siendo complejo, y los biomarcadores y blancos terapéuticos requieren una mayor personalización. Recientemente mediante el uso de programa WGCNA se analizó la expresión génica de 49 diferentes líneas celulares de cáncer de mama. Identificándose genes *hub* que correlacionaron con los subtipos de cáncer de mama luminal A, luminal B, HER2 ampl, Basal A y Basal B. Estos genes, al presentar alta expresión y numerosas interacciones con otras moléculas, son fundamentales para el fenotipo de cada subtipo. Entre ellos, destacan los lncRNAs (long non-coding RNAs), RNAs de más de 200 nucleótidos que no codifican proteínas, cuya función está relacionada con su estructura, regulando diversos procesos celulares (2). En el último año, algunos lncRNAs han sido identificados como genes *hub* y pueden actuar como biomarcadores para el diagnóstico, pronóstico o como nuevos objetivos terapéuticos (2). Sin embargo, es esencial esclarecer sus características, mecanismos de acción y los procesos celulares que regulan.

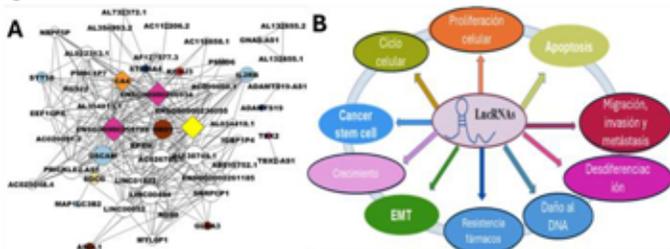


Figura 1. lncRNA en cáncer. A. Análisis de redes con lncRNA como los principales genes *hub* en líneas celulares luminal A (Tomado de Mares et al., 2024). B. lncRNA y su relación con procesos cancerígenos.

**Planteamiento del problema.** La heterogeneidad de los subtipos moleculares del cáncer de mama dificulta su diagnóstico y tratamiento. Es necesario identificar genes clave, como los lncRNAs, que puedan actuar como biomarcadores, facilitando un diagnóstico más preciso y un tratamiento personalizado según el perfil molecular de cada paciente.

**Justificación.** La identificación de lncRNAs asociados a subtipos de cáncer de mama podría permitir el desarrollo de terapias dirigidas, biomarcadores para diagnóstico y pronóstico, y plataformas para detección temprana, mejorando el manejo de la enfermedad y la calidad de vida de los pacientes.

**Objetivo general.** Caracterizar las funciones biológicas que juegan los lncRNA en el desarrollo de cáncer de mama, hacia el perfilamiento de algún subtipo molecular.

**Objetivos particulares.** 1. Caracterizar e Identificar la expresión y localización de los lncRNAs. 2. Establecer líneas celulares *Knockout* mediante la implementación del sistema CRISPR/Cas9 de los lncRNA más destacados. 3. Establecer los efectos del *Knockout* sobre las principales características de la célula tumoral. 3. Predicción *in silico* de las posibles interacciones con otros RNAs y/o proteínas

**Estrategia metodológica.** Identificación de estructura y localización de lncRNA: se usarán los servidores de predicción mxfold2 y alphafold, para conocer la estructura secundaria de los lncRNA, lncLocator, para localización y la validación se realizará mediante un análisis FISH. La expresión será evaluada por qPCR. Para la generación de líneas celulares *knockout* de lncRNA, se implementará el sistema CRISPR/Cas, para su posterior evaluación en ensayos de TUNEL, ensayos *wound healing* y *transwell* para valorar migración y proliferación. Finalmente, para el análisis de co-expresión e interacción: se utilizarán datos de expresión de la base TCGA los cuales serán analizados mediante las DESeq2 y WGCNA bajo el entorno de Rstudio.

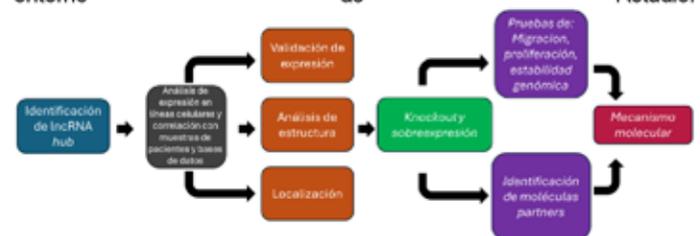


Figura 2. Flujo de trabajo y Metodología experimental

**Resultados esperados.** Se espera encontrar una expresión significativa de lncRNA. Además, se pretende ubicar espacialmente los lncRNA para entender sus funciones y demostrar que las líneas celulares dependen de estos lncRNA, observando una modificación en alguna característica oncogénica. Finalmente, se busca identificar sus potenciales interacciones (mRNA, microRNA y proteínas) para deducir mecanismos moleculares, con el objetivo de implementar una prueba de lncRNA-chip que permita diagnosticar y/o pronosticar y/o definir la susceptibilidad al tratamiento adecuado para cada subtipo de cáncer de mama.

**Referencias.** 1. Chávarri-Guerra, Y., Villarreal-Garza, C., Liedke, P. E., Knaul, F., Mohar, A., Finkelstein, D. M., & Goss, P. E. (2012). Breast cancer in Mexico: a growing challenge to health and the health system. *The Lancet Oncology*, 13(8), e335-e343.

2. Mares-Quñones, M. D., Galán-Vásquez, E., Pérez-Rueda, E., Pérez-Ishiwara, D. G., Medel-Flores, M. O., & Gómez-García, M. D. C. (2024). Identification of modules and key genes associated with breastcancer subtypes through network analysis. *Scientific Reports*, 14(1), 12350.

## EFFECTOS ANTITUMORALES DE *CICER ARIETINUM* EN UN MODELO MURINO DE CÁNCER DE MAMA BIOLUMINISCENTE 4T1-FFLUC-2H11

Maricarmen Lara-Rodríguez<sup>1</sup>, María del Consuelo Gómez-García<sup>2</sup>, Cristian Jiménez-Martínez<sup>1\*</sup>

Instituto Politécnico Nacional. <sup>1</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, <sup>2</sup>Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía.

Palabras clave: cáncer de mamá, bioluminiscencia, citotoxicidad, *Cicer arietinum*, isoflavonas *crisjm\_99@yahoo.com*

**Introducción.** El cáncer es un conjunto de enfermedades de origen multifactorial, que conllevan a una proliferación celular descontrolada (1). A pesar de que se han desarrollado tratamientos exitosos, los tumores pueden hacerse resistentes a las terapias convencionales, por lo que un número considerable de pacientes recaen, además de que producen severos daños colaterales. En este contexto, las isoflavonas representan un nuevo tratamiento terapéutico debido a sus propiedades anticancerígenas, ya que son muy parecidas a los estrógenos de mamíferos en particular al estradiol, lo que permite que se una al receptor de estrógeno. Por otro lado, en estudios *in vitro*, se ha observado que las isoflavonas presentes en las semillas de garbanzo (*Cicer arietinum*), ayudan a suprimir la angiogénesis, inducen la apoptosis e inhiben la diferenciación de las células cancerosas (2). Además, estímulos en el proceso de germinación del garbanzo aumentan más de 100 veces la producción de isoflavonas. Para poder estudiar todos estos procesos *in vivo* es necesario el uso de modelos animales en los cuales se pueda replicar la enfermedad. Sin embargo, también es importante considerar la bioética y el principio de las tres R, por lo que el uso de genes reporteros de bioluminiscencia es fundamental para dar un mejor seguimiento al desarrollo de la enfermedad y tratamientos cumpliendo con estas reglas (3).

**Planteamiento del problema.** El cáncer de mama es un problema de salud pública que ocupa el primer lugar en mortalidad entre las mujeres. Debido a esto, el desarrollo de nuevos tratamientos y/o esquemas terapéuticos y modelos *in vivo* es fundamental. Por lo que, estudiar el efecto del extracto obtenido de la germinación aplicando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como elicitador en garbanzo, para enriquecerlo en isoflavonas y evaluarlo en células de cáncer de mama, nos permitirá determinar su posible actividad citotóxica. Paralelamente el establecimiento de un modelo murino bioluminiscente estable permitirá evaluar el efecto antitumoral de las isoflavonas con la finalidad de obtener un posible blanco y potencial nuevo tratamiento, así como apearse a los nuevos objetivos de la bioética en el uso de modelos animales.

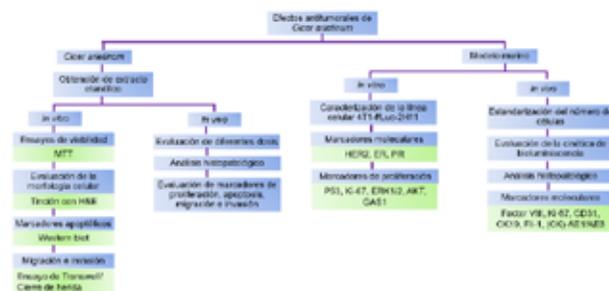
**Justificación.** El tratamiento del cáncer de mama requiere tener más opciones que ayuden a eliminar a las células cancerígenas. Por lo que inducir mediante el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> la producción de isoflavonas de *C. arietinum*, resulta una fuente importante de estas, las cuales presentan propiedades anticancerígenas que pueden ser evaluadas en el cáncer de mama. Además, la caracterización de una línea celular de cáncer de mama que permita desarrollar un modelo murino bioluminiscente estable y que permita tener un seguimiento del efecto de las isoflavonas sin necesidad de sacrificar a animales será una herramienta novedosa con un gran impacto en la bioética.

**Objetivo general.** Evaluar el efecto citotóxico y antitumoral de las isoflavonas obtenidas de la germinación con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de *Cicer arietinum* en un modelo *in vitro* e *in vivo* de cáncer de mama bioluminiscente.

**Objetivos particulares.**

- I. Inducir la producción de isoflavonas en *C. arietinum* con el elicitador (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
- II. Extraer, identificar y cuantificar las isoflavonas presentes en el extracto fitoquímico.
- III. Evaluar el efecto *in vitro* del extracto *C. arietinum* en líneas celulares de cáncer de mama.
- IV. Evaluar la expresión de marcadores hormonales y moleculares en las líneas de cáncer de mama 4T1 y 4T1-ffLuc-2H11.
- V. Implementar el modelo de cáncer de mama bioluminiscente 4T1-ffLuc-2H11 en ratonas Balb/c.
- VI. Evaluar el efecto del extracto en el modelo murino de cáncer de mama bioluminiscente.

**Estrategia metodológica.**



**Resultados esperados.** Descubrir estrategias preventivas y terapéuticas mediante el uso de isoflavonas derivadas del germinado con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de semillas de garbanzo, en el tratamiento del cáncer de mama para mejorar la supervivencia de los pacientes, así como establecer un modelo murino bioluminiscente que permita disminuir el número de animales sacrificados como modelo de estudio de esta enfermedad.

**Referencias.**

1. Hanahan, D. (2022). Hallmarks of cancer: new dimensions. *Cancer discovery*, 12(1), 31-46.
2. Dulce-María, D. A., Adrián, C. R., Cuauhtémoc, R. M., Ada-Keila, M. N., Jorge, M. C., Erika, A. S., & Edith-Oliva, C. R. (2021). Isoflavones from black chickpea (*Cicer arietinum* L) sprouts with antioxidant and antiproliferative activity. *Saudi journal of biological sciences*, 28(1), 1141-1146.
3. Baklaushev, V. P., Kilpeläinen, A., Petkov, S., Abakumov, M. A., Grinenko, N. F., Yusubalieva, G. M., & Chekhonin, V. P. (2017). Luciferase expression allows bioluminescence imaging but imposes limitations on the orthotopic mouse (4T1) model of breast cancer. *Scientific reports*, 7(1), 1-17.

## EL CULTIVO 3D DE CÁNCER DE MAMA TRIPLE NEGATIVO REPRODUCE LA EXPRESIÓN DE RNAs LARGOS NO CODIFICANTES ASOCIADOS A LA ONCOGÉNESIS

Mercedes Olvera-Valencia<sup>1</sup>, Laurence A. Marchat<sup>1\*</sup>, César López-Camarillo<sup>2\*</sup>, Eloy A. Pérez-Yepez<sup>3</sup>, Carlos Pérez-Plasencia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ENMH, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México, 5557296300 ext. 55543

<sup>2</sup>Posgrado en Ciencias Genómicas, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, CDMX, México.

<sup>3</sup>Laboratorio de Genómica, Instituto Nacional de Cancerología, San Fernando 22. Col. Sección XVI, 14080, Tlalpan, CDMX, Mexico, [lmarchat@ipn.mx](mailto:lmarchat@ipn.mx)

**Palabras clave:** Cáncer de mama, cultivo organotípico tridimensional, RNA largos no codificantes, proliferación celular

**Introducción.** El cáncer de mama triple negativo (CMTN) representa un desafío clínico debido a su agresividad y la falta de terapias específicas.[1] Los *long non-coding RNAs* (lncRNAs) emergen como un prometedor enfoque de investigación debido a su fuerte impacto en la regulación de vías asociadas a la oncogénesis. Al emplear cultivos tridimensionales, que mimetizan mejor el microambiente tumoral, incluyendo la interacción célula-matriz, la arquitectura tisular y las respuestas a estímulos externos, que no pueden replicarse completamente en cultivos 2D se puede evaluar el papel de los lncRNAs en la progresión del CMTN[2]. Este enfoque innovador permite comprender cómo estos ARN no codificantes interactúan con el tumor y su entorno, abriendo la puerta al desarrollo de nuevos biomarcadores y terapias dirigidas para pacientes con CMTN.

**Metodología.** Se implementó el cultivo organotípico en 3D de células de CMTN (MDA-MB-231 y BT-20) al crecerlas en matrigel por medio del método solid hanging-drop, las estructuras fueron caracterizadas por inmunofluorescencia y analizadas en Imaris v2.0. Posteriormente, se purificó el RNA con TRIzol y se analizó el perfil genómico de expresión de lncRNAs en el cultivo celular 3D en comparación con el cultivo en 2D por medio del microarreglo de Clariom D. Se compararon los cambios en la expresión de lncRNAs entre cultivos en 2D y 3D por medio del programa Transcriptome Analysis Console (TAC).

### Resultados y discusión.

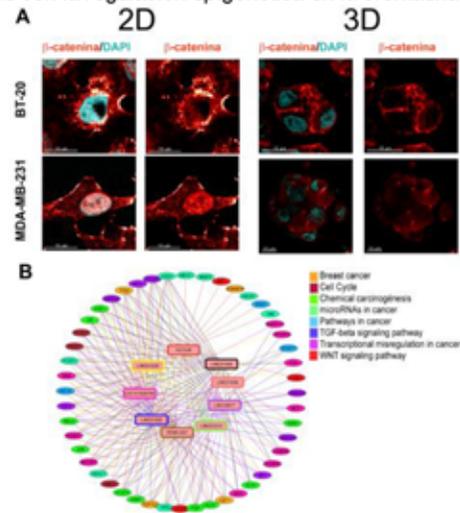
#### Diferencias Clave en la Expresión Génica entre Cultivos 2D y 3D.

Los análisis revelaron un patrón significativo de expresión diferencial entre los cultivos 2D y 3D, destacando un cambio notable en la regulación de ARNm y lncRNAs. En el cultivo 3D, se identificaron 4,941 ARNm sobreexpresados y 9,393 subexpresados, junto con 5,134 lncRNAs sobreexpresados y 645 subexpresados en comparación con el cultivo 2D. Estos resultados sugieren una modulación significativa en los transcritos que responden a la arquitectura tridimensional del tumor.

#### Regulación de la Proliferación Celular y Vías de Señalización por lncRNAs en Cultivos 3D de Cáncer de Mama Triple Negativo: Inactivación de $\beta$ -catenina y Activación de PI3K.

Los datos revelaron que los ARNm y lncRNAs sobreexpresados en cultivos 3D están enriquecidos en procesos relacionados con la proliferación celular, sugiriendo que la arquitectura tridimensional favorece esta actividad, un "hallmark" clave del cáncer. A través de inmunofluorescencia se observó  $\beta$ -catenina principalmente en uniones intercelulares y su ausencia en núcleo de los cultivos 3D.  $\beta$ -catenina activa señala para proliferación, lo que indica que en el cultivo 3D otras vías, como la PI3K, podrían estar compensando la proliferación celular, apoyada por la alta cantidad de AKT fosforilada en 3D. Además, mediante RNA-Inter, se descubrieron interacciones relevantes entre los lncRNAs sobreexpresados y factores de transcripción de diversas vías oncológicas, destacándose HOTAIR como regulador potencial de la vía Wnt. A pesar de estas

observaciones, se requiere mayor investigación para comprender la naturaleza precisa de estas interacciones, que podrían estar relacionadas con la regulación epigenética en la cromatina.



**Figura 1.** (A) Localización de  $\beta$ -catenina (rojo) y DAPI (azul) en líneas celulares BT-20 y MDA-MB-231 cultivadas en 2D y 3D. Barra de escala: 15  $\mu$ m. (B) Red de interacción de lncRNAs sobreexpresados en el cultivo 3D con factores de transcripción y vías relacionadas con el cáncer, ciclo celular, señalización Wnt y otras vías oncogénicas.

**Conclusiones y perspectivas.** El entorno 3D induce cambios significativos en la expresión génica y la proliferación celular en células de cáncer de mama triple negativo. La inactivación de  $\beta$ -catenina y la activación de la vía PI3K, junto con el papel regulador de lncRNAs como HOTAIR, resaltan su importancia en la señalización celular. Es esencial investigar más a fondo cómo los lncRNAs regulan estas vías en 3D para desarrollar terapias dirigidas y avanzar hacia tratamientos personalizados del cáncer.

**Agradecimientos.** Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología CONAHCyT (Beca F003 #51207/2020).

### Referencias.

- Harbeck, N.; Penault-Llorca, F.; Cortes, J.; Gnant, M.; Houssami, N.; Poortmans, P.; Ruddy, K.; Tsang, J.; Cardoso, F. Breast Cancer. *Nat Rev Dis Primers* **2019**, *5*, doi:10.1038/s41572-019-0111-2.
- Lee, G.Y.; Kenny, P.A.; Lee, E.H.; Bissell, M.J. Three-Dimensional Culture Models of Normal and Malignant Breast Epithelial Cells. *Nat Methods* **2007**, *4*, 359–365, doi:10.1038/nmeth1015.

# HIDROLIZADO DE CAMARONES INFECTADOS CON VIRUS DE LA MANCHA BLANCA (WSSV) ADICIONADO EN LA DIETA COMO INDUCTOR DE RESISTENCIA CONTRA ENFERMEDADES VIRALES EN CAMARÓN BLANCO (*Penaeus Vannamei*)

Nallely Michelle Panduro López, Pindaro Álvarez Ruiz\*.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa

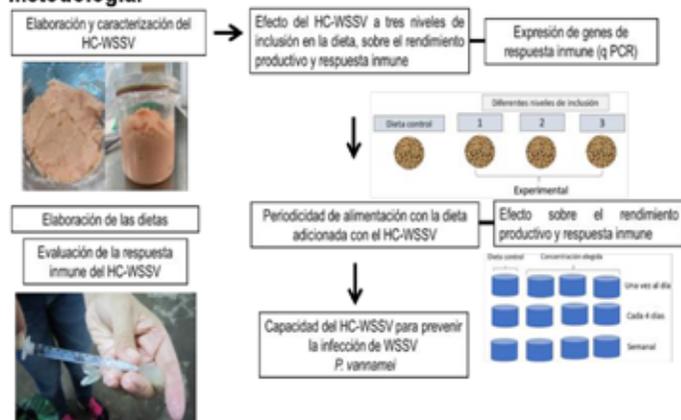
palvarez@ipn.mx

Palabras clave: Hidrolisis, virus, WSSV, inmunidad, camarón, IHNV

**Introducción.** La camaronicultura actualmente se ha convertido en una de las actividades agroalimentarias con mayor auge nacional e internacional. Según la FAO, el camarón blanco (*Penaeus vannamei*) representó el primer lugar de la producción mundial de crustáceos en 2020, colocándose dentro de las principales especies producidas por la acuicultura (1). En México, llegó a representar una tercera parte del volumen total de la producción acuícola nacional. Sin embargo, la mayor amenaza que afecta a la industria son las mortalidades causadas por enfermedades asociadas principalmente a patógenos virales. Algunos de los virus que afectan a los camarones son nombrados de acuerdo con sus características o signos que provocan. Uno de los más estudiados por su virulencia y letalidad es el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV). Por otro lado, el virus de la necrosis infecciosa hipodermal hematopoyética (IHNV) no causa mortalidades significativas en los cultivos, sin embargo, está asociado a tasas de crecimiento bajas y disparidad de tallas, mismas que deterioran la calidad de los camarones en la cosecha.

El sistema inmune del camarón se basa en una inmunidad innata caracterizada por la falta de memoria inmunológica lo cual obstaculiza la generación de anticuerpos contra patógenos específicos. En este sentido, se han evaluado estrategias aplicando virus infectivos a niveles sub-letales, virus inactivados, subunidades proteicas y terapia con ácidos nucleicos (2).

## Metodología.



## Resultados y discusión.

Caracterización de hidrolizados de músculo de camarón infectado con WSSV se obtuvo un hidrolizado con una textura pastosa y olor neutro tanto en el hidrolizado control como en el infectado.



Figura 1. Cambios físicos del hidrolizado infectado durante la hidrolisis, A: Músculo de camarón infectado homogenizado antes de adicionar el ácido fórmico; B: HC-WSSV tiempo 0 después de adición del ácido; C: HC-WSSV día 5; D: HC-WSSV día 10; E: Músculo de camarón homogenizado antes de adición de ácido; F: HC tiempo 0 después de adición de ácido; G: HC día 10.

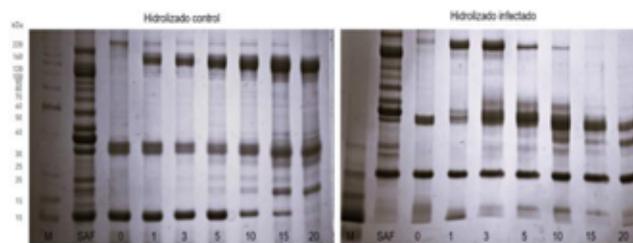


Figura 2. Geles de poliacrilamida (SDS-PAGE 12%) hidrolizado control e infectado, monitoreo 20 días.

## Conclusiones

Los hidrolizados obtenidos presentan las características organolépticas esperadas, y se procederá con su aplicación en bioensayos de prueba.

## Referencias.

1. FAO. 2022. El estado de la pesca y la acuicultura 2020. <https://www.fao.org/3/cc0461es/online/sofia/2022/aquaculture-production.html>
2. Boonyakida, J; Takafumi, N; Jun, S; Yoshiko, S; Tohru M. 2022. Immunostimulation of shrimp through oral administration of silkworm pupae expressing VP15 against WSSV. Fish and Shellfish Immunology. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.07.043>

# ELUCIDACIÓN DE LA FUNCIÓN DE AHY-MIR160 Y AHY-MIR397 EN LA RESPUESTA A ESTRÉS ABIÓTICO EN AMARANTO PARA SU POSIBLE USO AGROBIOTECNOLÓGICO

Neri Pluma Polvo, Flor de Fátima Rosas Cárdenas\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada

frosasco@ipn.mx

Palabras clave: *miRNAs*, *amaranto*, *estrés abiótico*, *línea transgénica*, *sobreexpresión*, *genes blanco*

**Introducción.** El cambio climático, impulsado por el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, está provocando temperaturas más altas, cambios en los patrones de lluvia y sequías más severas [4]. Este calentamiento global se ha acelerado en las últimas décadas y se espera que continúe en el futuro. El amaranto (*Amaranthus L.*), un cultivo originario de América, se destaca por su alto valor nutricional y su tolerancia a factores de estrés ambiental como salinidad, sequía y plagas [2]. Recientes estudios han ensamblado genomas de especies cultivadas y silvestres de amaranto [3]. Los microRNAs (miRNAs), presentes en animales y plantas, regulan la expresión génica y son esenciales para el desarrollo y la respuesta al estrés en las plantas. El miR397 regula genes que codifican proteínas con actividad oxidoreductasa, siendo esta actividad la más significativa entre las funciones moleculares de los genes objetivo en el amaranto [1]. Por otro lado, miR160 se ha confirmado ampliamente en muchas plantas modelo y no modelo, es uno de los miRNAs que regulan las vías de señalización de la auxina y desempeña un papel fundamental en diversos procesos biológicos de las plantas.

**Planteamiento del problema.** Los miR160 y miR397 juegan un papel importante en la respuesta al estrés en amaranto, lo cual es de interés para conocer que genes podrían estar implicados con estos miRNAs y el efecto que podrían tener al ser sobreexpresados (OE) y evaluados a diferentes condiciones abióticas como la sequía, el frío y el calor.

**Justificación.** El cambio climático afecta gravemente la agricultura a nivel global, siendo la sequía uno de los principales desafíos en México, donde el 74% del país enfrenta estrés hídrico. El amaranto, un alimento altamente nutritivo y respaldado por la FAO, puede jugar un papel crucial en la seguridad alimentaria. Este estudio busca evaluar la sobreexpresión de miRNAs, como ahy-miR160 y ahy-miR397, para mejorar la resistencia al estrés abiótico. Los resultados podrían facilitar el desarrollo de cultivos más resilientes, reducir la dependencia de condiciones climáticas favorables y asegurar una fuente constante de alimentos nutritivos en áreas afectadas por la sequía.

**Objetivo general.** Determinar el papel de los miRNAs ahy-miR160 y ahy-miR397 en la respuesta a estrés abiótico y su impacto en la fisiología de las plantas para su uso agrobiotecnológico.

**Objetivos particulares.**

1. Generar construcción para la sobreexpresión de los miRNAs ahy-miR160 y ahy-miR397
2. Generar líneas transgénicas de amaranto sobreexpresoras del microRNAs ahy-miR160 y ahy-miR397
3. Analizar la respuesta molecular, fisiológica y metabólica de las plantas sobreexpresoras de ahy-miR160 y ahy-miR397 en respuesta a estrés abiótico

**Estrategia metodológica.** La generación de cepas transformantes, se emplearán semillas de *Amaranthus hypochondriacus* variedad "Gabriela" sembradas en charolas de 24x16x11 cm en invernadero con

condiciones semicontroladas. Las secuencias precursoras de ahy-miR160 y miR397 se generarán mediante clonación recombinante Gateway, diseñando plásmidos en Snap Gene Viewer y clonándolos en *Escherichia coli* usando el kit One Shot. Tras identificar las secuencias en bases de datos como miRBase, se transferirán a *Agrobacterium tumefaciens* GV3101. La transformación se realizará mediante choque eléctrico y selección con PCR para verificar la inserción del miRNA. Por otra parte, la generación de Líneas transgénicas OE, se utilizará el método floral-dip en *Amaranthus hypochondriacus* para obtener transformantes estables. Las inflorescencias se sumergirán en soluciones específicas, cubriéndose luego las plantas por 12 horas. Tras la recolección de semillas, se validarán las plantas transgénicas usando herbicida BASTA y PCR convencional para evaluar la expresión de los miRNAs. Posteriormente se realizará una caracterización de fenotipos en las plantas OE de ahy-miR160 y ahy-miR397 se monitorearán semanalmente, registrando el número de hojas, longitud del tallo, inflorescencias, germinación, y vigor. Se observarán cambios morfológicos y de coloración en comparación con las plantas wild type. Posteriormente se realizará un análisis de genes blanco, donde se identificarán los genes blanco de los miRNAs usando psRNATarget, validando ortólogos con herramientas bioinformáticas y evaluando su expresión mediante PCR semicuantitativa. Por último, se evaluará la respuesta a estrés abiótico en las plantas, las cuales se cultivarán en invernadero y se someterán a control, frío (4°C, 12 h), calor (45°C, 11 h) y sequía. Se evaluarán daños en tejidos y se registrarán respuestas fenotípicas a los diferentes tratamientos ambientales.

**Resultados esperados.** Las líneas transgénicas de amaranto mostrarán un impacto fisiológico en las plantas por la interacción con sus genes blanco. Se determinará la red de interacción de los miR160 y miR397 con los genes blanco. Los microRNAs ahy-miR160 y ahy-miR397 podrían ser esenciales en la respuesta a estrés abiótico en amaranto.

**Referencias.**

- [1] Núñez, M. M., Rivas, M. R., Jorge, J. G., Hernández, P. F. V., Suárez, S. L., de Folter, S. & Cárdenas, F. D. F. R. (2021). Identification of genuine and novel miRNAs in *Amaranthus hypochondriacus* from high-throughput sequencing data. *Genomics*, 113(1), 88-103.
- [2] Omami, E. N., & Hammes, P. S. (2006). Interactive effects of salinity and water stress on growth, leaf water relations, and gas exchange in amaranth (*Amaranthus* spp.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(1), 33-44.
- [3] Singh, A., Mahato, A. K., Maurya, A., Rajkumar, S., Singh, A. K., Bhardwaj, R., & Singh, R. (2023). Amaranth Genomic Resource Database: an integrated database resource of Amaranth genes and genomics. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1203855.
- [4] Swann, A. L. (2018). Plants and drought in a changing climate. *Current Climate Change Reports*, 4, 192-201.

## DESARROLLO DE UN BIOSENSOR COLOIDAL PARA LA DETECCIÓN DE METALES PESADOS

Nina Torres-Valencia, Raúl Jacobo Delgado-Macuil, Orlando Zaca-Moran, Manasés González-Cortázar, Ignacio Villanueva-Fierro, Valentin López-Gayou\*

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada unidad Tlaxcala.

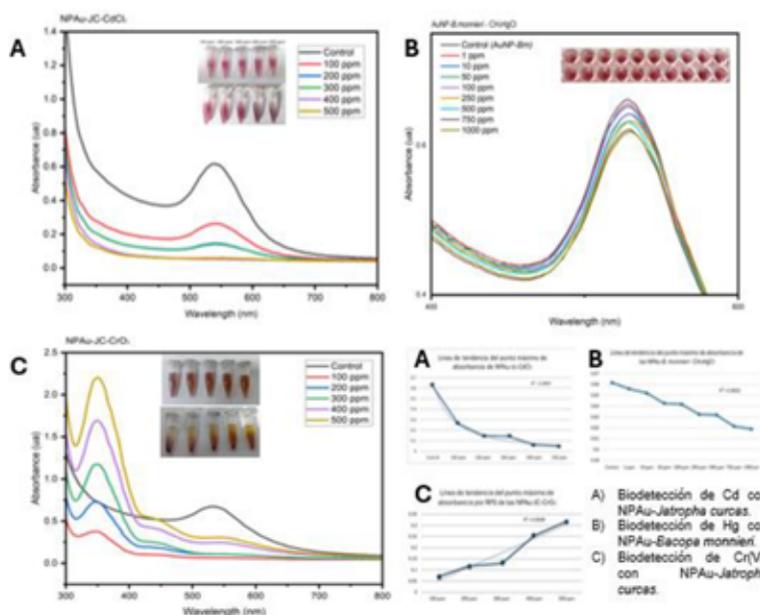
vlopezg@ipn.mx

Palabras clave: Biosensor, metales pesados, nanopartículas de oro, síntesis verde, biodetección.

**Introducción.** Debido a sus propiedades ópticas y fisicoquímicas, las nanopartículas (NP) han sido ampliamente estudiadas en el campo de la biodetección. Para el reconocimiento de metales pesados, los sensores colorimétricos a partir de nanopartículas de oro (NP Au) poseen la capacidad de arrojar resultados similares como los que se obtienen mediante el uso de un equipos tradicionales, debido a que, al interactuar el ion metálico de interés, la solución presentará un cambio de color que se aprecia a simple vista, además, al analizar mediante espectroscopía ultravioleta-visible (UV-Vis), es posible reconocer esta interacción mediante la intensidad de la banda de absorbancia por la resonancia de plasmón superficial (RPS) (Chang *et al.*, 2019). Los extractos de plantas contienen compuestos cuyos grupos funcionales interactúan y reducen iones metálicos, de esta forma se favorece la capacidad de síntesis verde de nanopartículas y la detección colorimétrica de metales pesados. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar nanopartículas oro (NP Au) obtenidas mediante la síntesis verde de NP Au con extractos vegetales de *Bacopa monnieri* y el látex de *Jatropha curcas* con la intención de diseñar una ruta ecológica de síntesis de NP Au con actividad de biodetección para iones de Hg, Cd y Cr cloruro de metil-mercurio ( $\text{CH}_3\text{HgCl}$ ), cloruro de cadmio ( $\text{CdCl}_2$ ) y trióxido de cromo ( $\text{CrO}_3$ ) disueltos en agua a diferentes concentraciones.

**Metodología.** La preparación de extractos se obtuvo a partir de la bipartición de los extractos completos de las especies vegetales estudiadas. Para la síntesis de nanopartículas de oro, se utilizó como precursor metálico  $\text{HAuCl}_4$ ; las fracciones acuosas y orgánicas obtenidas fueron evaluadas con la intención de reconocer los sistemas con mejor desempeño al momento de la síntesis. Una vez reconocidas las especies vegetales de interés (*Jatropha curcas* y *Bacopa monnieri*) se realizaron las pruebas de biodetección con soluciones de concentración conocida de (1, 50, 100, 250, 500, 750 y 1000 ppm) para el caso de Hg y 100, 200, 300, 400 y 500 ppm para Cr y Cd. Los resultados fueron evaluados mediante un barrido de 300 a 800 nm espectroscopía UV-Vis y por la variación en la coloración de muestras.

**Resultados y discusión.** Las especies vegetales *Jatropha curcas* y *Bacopa monnieri* poseen la capacidad de llevar a cabo la biosíntesis de nanoestructuras de oro estables. Además, estos sistemas tuvieron un comportamiento gradual que se puede observar en la resonancia de plasmón superficial (RPS) en función de la concentración de iones de metales pesados aplicada como se aprecia en los espectros UV-Vis de la Figura 1. También se observa un cambio de color en las soluciones coloidales y la linealidad de la respuesta señal de nanopartículas correspondiente a cada concentración suministrada.



**Figura 1.** A) Espectro UV-Vis de la interacción de las NP Au-J. curcas con las soluciones de Cd B) Espectro UV-Vis de la interacción de las NP Au-B. monnieri con las soluciones de Hg a diferentes concentraciones y C) Espectro UV-Vis de la interacción de las NP Au-J. curcas con las soluciones de Cr. En la parte interior derecha de la figura se observa la linealidad de la respuesta señal correspondiente a cada uno de los tratamientos.

**Conclusiones y perspectivas.** Se logró identificar un sistema con potencial actividad de biodetección de metales pesados obtenido de la síntesis verde de nanoestructuras de oro a partir de *Bacopa monnieri* y del látex de *Jatropha curcas* que refleja un comportamiento gradual en función de la concentración aplicada de iones de Hg Cd y Cr. Las tres formas de detección fueron desarrolladas mediante metodologías ecológicas. Se propone realizar pruebas de selectividad, sensibilidad, caracterización y comprobación del método mediante Espectroscopía de Absorción Atómica (EAA).

**Agradecimientos.** Se agradece el apoyo del Instituto Politécnico Nacional por el financiamiento otorgado a través del proyecto SIP No. 20240470 y a CONAHCYT por la BECA otorgada.

**Referencias.** Chang, C.-C., Chen, C.-P., Wu, T.-H., Yang, C.-H., Lin, C.-W., & Chen, C.-Y. (2019). Gold Nanoparticle-Based Colorimetric Strategies for Chemical and Biological Sensing Applications. *Nanomaterials*, 9(6), 861. <https://doi.org/10.3390/nano9060861>.

## THE EFFECT OF NATURAL COMPOUND ON CANCER CELL DEATH AND INVASION INHIBITION

Noor Yaseen, Ivette Astrid \*, Dra. Maria Eugenia Jaramillo Flores

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Biotecnología.

jaramillo\_flores@hotmail.com

Palabras clave: *Cervical cáncer, Naringenin, naringin, apigenin,*

### Introduction.

Cervical cancer remains a significant public health issue, especially among women. It ranks as the fourth most common cancer in women worldwide in 2018 and is the third most diagnosed cancer in females. Human papillomavirus (HPV) infection is the primary risk factor for the development of cervical cancer. Cervical HPV is contracted by women through genital skin-to-skin contact, typically during sexual activity with an infected partner or multiple sex and early marriage cause cervix cancer. Cervical cancer rates are persistently high in lower-income and lower-middle-income countries, which poses serious risks to women's health and longevity. The main course of treatment for cervical cancer in its early stages is usually surgery. Radiation and chemotherapy have long been the standard treatments for cervical cancer, offering significant benefits in reducing mortality. However, these approaches often come with severe toxic side effects, especially with prolonged use. This has led to an urgent need for alternative therapies that are both effective and have fewer side effects. Natural products, including plant extracts and isolated compounds, have become promising candidates in the ongoing search for cancer treatments.

### Justificación.

This study explores naringin, a citrus flavonoid, as a potential cervical cancer treatment. Preclinical evidence shows that naringin inhibits tumor growth and induces apoptosis by targeting key signaling pathways. The research aims to elucidate its mechanism, advancing safer and more effective therapeutic options.

### General objectives.

To analyze the underlying mechanisms of cell death due to naringin by quantifying the potential inhibiting effects on various cell signaling pathways and its impact on the cell cycle.

### Specific objectives.

To investigate the potential anticancer effects of naringin using cervical cancer cell lines, including HPV-16 positive SiHa, HPV-18 positive HeLa, and HPV-negative C33A.

To study the effect of naringenin on the cell death of cervical cancer cells and to inhibit invasion.

To assess the effect of naringenin on cell cycle using FAK, MMP, Zeb1, Tp2, Bax, Bcl2, P53 and Caspases.

### Materials and methods.

This study utilizes a controlled in vitro design to evaluate the effects of naringin on cervical cancer cell lines—HPV-16 positive SiHa, HPV-18 positive HeLa, and HPV-negative C33A. The impact of naringin on cell proliferation, apoptosis, and invasion is assessed using MTT, WST-8, flow cytometry, and invasion assays

### Expected results.

Naringin is expected to inhibit cell proliferation in cervical cancer cell lines (SiHa, HeLa, C33A) in a dose-dependent manner, induce apoptosis, and alter cell cycle progression by reducing S and G2/M phase populations. It is also anticipated to decrease invasion and migration capabilities, with molecular analyses revealing changes in apoptotic proteins (Bax, Bcl-2), cell cycle regulators (cyclin D1), and invasion-related genes (MMPs) through Western blotting and qPCR.

### References.

1. Wencel-Wawrzęczyk, A., Lewitowicz, P., Lewandowska, A., & Saluga, A. (2022). Sexual behavior and the awareness level of common risk factors for the development of cervical, anogenital and oropharyngeal cancer among women subjected to HR HPV DNA-testing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9580.
2. Shilpa, V., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., Dar, A. H., Ayaz Mukarram, S., Harsányi, E., & Kovács, B. (2023). Phytochemical properties, extraction, and pharmacological benefits of naringin: a review. *Molecules*, 28(15), 5623.
3. Lehtinen, M., Bruni, L., Elfström, M., Gray, P., Logel, M., Mariz, F. C., Baussano, I., Vänskä, S., Franco, E. L., & Dillner, J. (2024). Scientific approaches toward improving cervical cancer elimination strategies. *International journal of cancer*, 154(9), 1537-1548.
4. Gültekin, O., Erkaplan, S., Uzun, H., & Güney, E. (2020). Investigation of Academic Staff's Self-Efficacy Using the Educational Internet. *Higher Education Studies*, 10(3), 26-33.

## ESTUDIO ÓMICO DE MOLECULAS ASOCIADAS A QUORUM SENSING EN UN CONSORCIO MICROBIANO CON POTENCIAL PARA LA DEGRADACIÓN DE MICROPARTÍCULAS DE PET

Raquel Rodríguez Gutiérrez, Diana Verónica Cortés Espinosa\*.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Unidad Tlaxcala.

dcortes@ipn.mx

Palabras clave: Consorcio, quorum sensing, ómicas, biodegradación, PET.

**Introducción.** Los plásticos, son materiales duraderos y económicos que se pueden moldear fácilmente en una amplia variedad de productos que se utilizan en una gran variedad de aplicaciones (1). Si los clasificamos en función de su tamaño, podemos mencionar a los microplásticos, que son partículas de menos de 5 mm de longitud. El notable aumento de estas partículas liberadas a los ecosistemas tiene consecuencias preocupantes para el medio ambiente, la vida silvestre y la salud humana, por ser materiales altamente resistentes a la degradación (2). Existen varias tecnologías y estrategias para combatir la contaminación por microplásticos en el suelo y el agua; sin embargo, la biodegradación se considera la forma más apropiada para la eliminación de estas partículas. Esta técnica se basa en el uso de microorganismos capaces de modificar la estructura química de los microplásticos y consta de cuatro etapas: La deterioración, fragmentación, asimilación y mineralización, aunado a esto, la etapa de asimilación incluye la formación de biopelículas, la cual está mediada por un proceso de comunicación celular denominado *quorum sensing* (3). Con el objetivo de dilucidar como ocurren estos procesos, que genes, metabolitos y proteínas están asociados y su injerencia en los mecanismos de degradación, se emplearán técnicas ómicas en el desarrollo del presente estudio.

**Metodología.** Construcción de un consorcio microbiano con potencial para la formación de biopelículas sobre la superficie de PET: Recolectación de muestras y screening de microorganismos.

**Resultados y discusión.** Se recolectaron muestras de agua y sedimento de un efluente industrial, ubicado en San Mateo Ayecac, Tlaxcala (19°17'20.1" N, 98°23'08.8" W), siguiendo los procedimientos descritos por Normas Oficiales Mexicanas, con el objetivo de obtener aislados microbianos para la conformación del consorcio. Por otra parte, conocer las propiedades fisicoquímicas que caracterizan a los sistemas analizados, brinda un panorama general de las atenuaciones o efectos que han impactado de manera importante a cada uno de ellos, así como de las comunidades microbianas que lo conforman

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de las muestras recolectadas

Parámetro	Agua		Sedimento	
	Valor	Clasificación*	Valor	Clasificación*
pH	7.06	Neutro	7.71	Medianamente Alcalino
Humedad (%)	NA		70.8	
Materia orgánica (%)	1.0	Bajo	2.48	Medio
Carbono (%)	0.6	Bajo	1.44	Medio

Nitrógeno (%)	0.01	Muy alto	0.06	Muy alto
Fósforo (%)	0.000592	Medio	0.42	Alto

\*Basado en la NOM-021-SEMARNAT-2001

Posteriormente se realizó la selección de los microorganismos que conformarán el consorcio, en función de su capacidad para colonizar la superficie del PET bajo condiciones como: Ausencia de glucosa, baja concentración de glucosa y concentración normal de la misma.

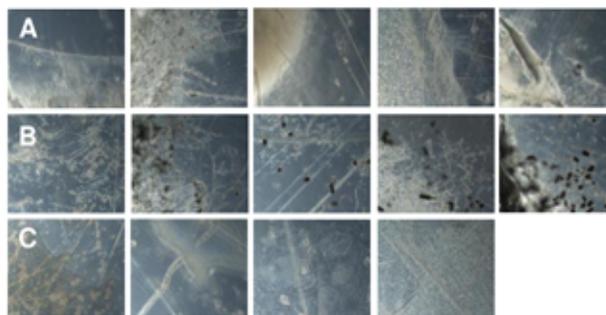


Figura 1. Micrografías de la colonización de aislados obtenidos en PET. A) Levaduras. B) Hongos filamentosos. C) Bacterias.

**Conclusiones y perspectivas.** Se observó que, la colonización del plástico fue más eficiente en presencia de glucosa, lo que indica probablemente, que los microorganismos co-metabolizan los sustratos disponibles para promover el funcionamiento de la maquinaria enzimática necesaria para la transformación química del PET. Adicional, los aislados seleccionados están mejor adaptados ya que provienen de muestras conformadas por fibras elaboradas de PET. Como perspectivas podemos mencionar la conformación de un consorcio mixto único en su clase.

**Agradecimientos.** Al IPN, CIBA – Tlax y CONAHCYT por su apoyo académico y económico.

### Referencias.

1. Thompson C, Moore J, vom Saal S, Swan H 2009 Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364 (1526):2153–2166.
2. Moharir R, y Kumar S (2019) Challenges Associated with Plastic Waste Disposal and Allied Microbial Routes for its Effective Degradation: A Comprehensive Review. *Journal of Cleaner Production*. 208:65-76.
3. Jaiswal S, Sharma B, Shukla P (2019) Integrated approaches in microbial degradation of plastics. *Environmental Technology & Innovation*. 100567.

# ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE ADIPOCITOS DE MÉDULA ÓSEA DE RATAS ESPONTÁNEAMENTE HIPERTENSAS.

Rohullah, Ivette Astrid Martínez-Vieyra, Doris Cerecedo\*.

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Laboratorio de Hematobiología.

dcereced@ipn.mx.

Palabras clave: *Transcriptómica, médula ósea, ratas espontáneamente hipertensas.*

## Introducción.

La médula ósea no solo concentra a tejido hematopoyético, sino que también existe una población significativa de adipocitos [1], que desempeñan un papel en la regulación del microambiente hematopoyético y en el metabolismo óseo. La disfunción de los adipocitos en la hipertensión arterial sistémica (HAS), contribuye a la patogénesis de la enfermedad y afectar la homeostasis sistémica, por el aumento de la lipólisis y la secreción de adipocinas proinflamatorias. Esto puede alterar el equilibrio entre los adipocitos y otras células de la médula ósea, como las células troncales hematopoyéticas y osteoprogenitoras [2]. Además, la inflamación y fibrosis inducidas por los adipocitos pueden contribuir a la disfunción ósea, aumentando el riesgo de osteoporosis y fracturas.

En el presente proyecto se propone emplear transcriptómica, para conocer el estudio integral de los transcritos de ARN en una célula o grupo de células, se ha convertido en una herramienta esencial para explorar la diversidad y la heterogeneidad celular. Esto permitirá detectar subpoblaciones celulares previamente no reconocidas, identificar marcadores específicos y comprender mejor los mecanismos moleculares subyacentes a la diversidad fenotípica de adipocitos de médula ósea de ratas espontáneamente hipertensas en comparación con ratas normotensas.

## Planteamiento del problema.

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muertes prevenibles a nivel global, siendo la hipertensión el principal factor de riesgo para desarrollarlas [3] debido a su asociación con alteraciones en la composición celular sanguínea. Comprender como los adipocitos de médula ósea pueden contribuir a dichos cambios podría representar un avance importante para desarrollar mejores estrategias terapéuticas y de diagnóstico para la hipertensión.

## Justificación.

Este estudio es fundamental para comprender mejor los mecanismos moleculares subyacentes a la disfunción de adipocitos en el contexto de la hipertensión arterial sistémica y su impacto en la salud ósea. La investigación contribuirá al conocimiento científico sobre la relación entre la hipertensión y la disfunción ósea, lo que podría llevar al desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas.

**Objetivo general.** Analizar el perfil transcriptómico de adipocitos de médula ósea en ratas espontáneamente hipertensas para identificar diferencias significativas en comparación con ratas normotensas.

## Objetivos particulares.

- 1.- Identificar subpoblaciones celulares específicas en los adipocitos de médula ósea.
- 2.- Detectar marcadores moleculares específicos de la hipertensión en adipocitos.
- 3.- Comprender los mecanismos moleculares que contribuyen a la disfunción de adipocitos en la hipertensión.

## Estrategia metodológica.

Se empleará transcriptómica para estudiar el perfil de ARN en los adipocitos de médula ósea de ratas espontáneamente hipertensas y compararlo con el de ratas normotensas. Esta estrategia permitirá la identificación de subpoblaciones celulares y la exploración de mecanismos moleculares específicos.

## Resultados esperados.

Se espera encontrar diferencias significativas en los perfiles transcriptómicos de los adipocitos, lo que proporcionará información valiosa sobre los mecanismos de disfunción celular en la hipertensión y posibles marcadores moleculares para intervenciones terapéuticas.

## Referencias.

1. Suchacki KJ, Tavares AAS, Mattiucci D, Scheller EL, Papanastasiou G, Gray C, Sinton MC, Ramage LE, McDougald WA, Lovdel A, Sulston RJ, Thomas BJ, Nicholson BM, Drake AJ, Alcaide-Corral CJ, Said D, Poloni A, Cinti S, Macpherson GJ, Dweck MR, Andrews JPM, Williams MC, Wallace RJ, van Beek EJR, MacDougald OA, Morton NM, Stimson RH, Cawthorn WP. Bone marrow adipose tissue is a unique adipose subtype with distinct roles in glucose homeostasis. *Nat Commun.* 2020 Jun 18;11(1):3097. doi: 10.1038/s41467-020-16878-2.2. Matsushita Y, Ono W, Ono N. Toward Marrow Adipocytes: Adipogenic Trajectory of the Bone Marrow Stromal Cell Lineage. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022 Apr 22;13:882297. doi: 10.3389/fendo.2022.882297.
3. Saloni Dattani, Veronika Samborska, Hannah Ritchie and Max Roser (2023) - "Cardiovascular Diseases" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/cardiovascular-diseases' [Online Resource]

## EVALUACIÓN DE UN FILTRO PERCOLADOR PARA LA DEGRADACIÓN DE COLORANTES SINTÉTICOS POR *Halomonas* sp. UTILIZANDO RESIDUOS FORESTALES COMO SOPORTE Y FUENTE DE MEDIADORES REDOX

Rosa Huerta-Servin, Blanca Estela Barragán-Huerta \*, Marco Antonio Garzón-Zúñiga

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Ingeniería en Sistemas Ambientales, Laboratorio de Residuos Peligrosos

bbarraganh@ipn.mx

Palabras clave: decoloración, *Halomonas* sp, colorantes, residuos forestales

**Introducción.** Los colorantes y pigmentos son ampliamente utilizados en diversas industrias, siendo la textil la más relevante. Los colorantes sintéticos, son moléculas recalcitrantes que se convierten en contaminantes al ser liberados al ambiente a través de los efluentes industriales generando diversas amenazas ambientales, como la fotosíntesis deprimida provocando la disminución del oxígeno disuelto y repercutiendo en la biota de los sistemas acuáticos (1,2). La diversidad y recalcitrancia de éstos dificulta el empleo de tratamientos convencionales para la eliminación eficiente de una amplia gama de colorantes. Los efluentes de las industrias textiles suelen caracterizarse por presentar una alta salinidad y alcalinidad ( $\text{pH} \approx 11$ ), por lo que la biorremediación de estos efluentes requiere inevitablemente la aplicación de microorganismos halo-alcalófilos, que son capaces de adaptarse y funcionar fisiológicamente en condiciones extremas (2). El presente trabajo explora el desarrollo de un tratamiento biológico mediante un filtro percolador en el cual se implementará el uso de residuos forestales como medio de soporte para la cepa *Halomonas* sp. y su posible capacidad de proveer mediadores redox para la aceleración de los procesos de biodegradación de diferentes clases químicas de colorantes sintéticos presentes en los efluentes industriales para cumplimiento de la normatividad mexicana vigente y seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

**Metodología.** Se utilizó la cepa *Halomonas* sp., se acondicionó para su uso en pruebas de tolerancia al extracto de los residuos forestales y cinética del efecto de los extractos de los residuos forestales en la degradación de colorantes. Se evaluó la capacidad del residuo forestal como medio de soporte para la inmovilización de *Halomonas* sp, y se evaluó la remoción de colorante, posteriormente se realizó el análisis de metabolitos de los efluentes tratados y la toxicidad de los efluentes tratados mediante 3 bioensayos.

**Resultados y discusión.** Cinética de decoloración en lote con biomasa inmovilizada en soportes forestales. La inmovilización celular permite mantener una concentración adecuada de biomasa, confiere protección frente a una mayor concentración de compuestos orgánicos que son tóxicos para las células libres y promueve la formación de micro-nichos dentro de los poros del empaque donde existe un gradiente de oxígeno (3). El tratamiento de aguas residuales textiles es complejo y se enfrenta a condiciones fluctuantes en sus parámetros fisicoquímicos y tipo de colorante. Por ello, se realizó la inmovilización de *Halomonas* sp en residuos forestales como soporte, se evaluaron diferentes concentraciones y tipos de colorante para analizar el rendimiento de decoloración, previa saturación de éstos, seguido de cinéticas de decoloración de colorantes. El potencial de los residuos con biomasa inmovilizada en residuos forestales para la biodegradación de colorantes azo y antraquinónicos se evaluó

mediante medidas de absorbancia UV-Vis. Las soluciones de colorante se sometieron a degradación por etapas que consideran un aumento gradual de la concentración de colorante. En la fig. 1 se muestra la eficiencia de la decoloración del colorante Negro Reactivo 5 (NR) obtenida en cada etapa. Los resultados mostraron que se alcanzó un máximo de decoloración en la etapa III para el soporte de Campincerán, Palo Morado y Tezontle de 86.34%, 84.96% y 84.89 %, respectivamente. Sin embargo, el soporte que mostró un mejor porcentaje de decoloración a través del tiempo fue Palo Morado con un promedio de 66% de decoloración y una generación de biomasa libre menor comparado con los otros dos soportes.

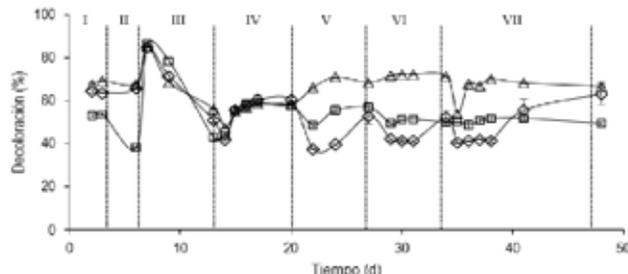


Figura 1. Degradación de colorante NR5 por biomasa inmovilizada en Tezontle (◇), Palo Morado (△) y Campincerán (□).

### Conclusiones y perspectivas.

El presente estudio mostró que la degradación del colorante NR5 mediante *Halomonas* sp. inmovilizada en Palo Morado presentó el mejor rendimiento a través del tiempo. La cepa inmovilizada se adaptó rápidamente al soporte forestal, así como al incremento de concentración de colorante. Considerando la eficiencia de residuos forestales como medio de soporte para *Halomonas* sp. y la eficiencia en la decoloración se plantea investigar el tipo de interacciones soporte-cepa que promueve la decoloración, así como los metabolitos generados tras el tratamiento de los colorantes.

**Agradecimientos.** Este trabajo ha sido realizado con el financiamiento del proyecto SIP-20230639.

**Referencias.** 1) Cervantes, F. J., González-Estrella, J., Márquez, A., Álvarez, L. H., & Arriaga, S. (2011). Immobilized humic substances on an anion exchange resin and their role on the redox biotransformation of contaminants. *Bioresource Technology*, 102(2), 2097–2100. 2) Das, A., & Mishra, S. (2017). Removal of textile dye reactive green-19 using bacterial consortium: Process optimization using response surface methodology and kinetics study. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(1), 612–627. 3) Montañez-Barragán, B., Sanz-Martin, J. L., Gutiérrez-Macias, P., Morato-Cerro, A., Rodríguez-Vázquez, R., & Barragán-Huerta, B. E. (2020). Azo dyes decolorization under high alkalinity and salinity conditions by *Halomonas* sp. in batch and packed bed reactor. *Extremophiles*, 24(2), 239–247.

## ESTUDIO FUNCIONAL DE PROPIEDADES BIOACTIVAS DE EXTRACTOS DE SETAS

Rosalía Juárez Atonal, Martha Dolores Bibbins Martínez\*, Sergio Rosales Mendoza

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada

mbibbinsm@ipn.mx

Palabras clave: hongos, polisacáridos,  $\beta$ -glucanos, actividad inmunomoduladora

**Introducción.** Los hongos han sido utilizados desde épocas ancestrales como alimento y/o medicamentos en todo el mundo, se ha demostrado que son alimentos saludables, bajos en calorías y altos en otros nutrientes como proteínas, vitaminas y minerales, además de contener fibra (1). El valor funcional y medicinal de los compuestos bioactivos encontrados en los hongos comestibles y medicinales incluye una gran diversidad de propiedades, entre ellas, antitumoral, inmunopotenciadora, hepatoprotectora, antioxidante, antiviral, antifúngica, antibacteriana, entre otras (2). Dentro de los principales compuestos bioactivos identificados se encuentran; polisacáridos de alto peso molecular ( $\alpha$ -glucanos,  $\beta$ -glucanos), heteroglicanos, proteoglicanos, polisacaropéptidos, glicoproteínas, polifenoles, terpenoides y lectinas. Las propiedades antioxidantes de los hongos son atribuidas a su contenido de compuestos fenólicos. Los polisacáridos además de su potencial como antioxidantes también han sido estudiados en su capacidad de inmunopotenciadoras. Numerosos ensayos in vivo e in vitro han demostrado que los polisacáridos aislados de las setas y el micelio de hongos, tanto comestibles como medicinales, ejercen funciones de inmunomodulación y también presentan actividad antitumoral (3).

**Planteamiento del problema.** México es un país con una gran biodiversidad micológica. Las setas han sido reconocidas como fuentes de compuestos bioactivos con diferentes propiedades, entre ellas antioxidantes, antiinflamatorias o antimicrobianas. Sin embargo, como fuentes de compuestos bioactivos y el desarrollo de productos a base de hongos comestibles o medicinales, es aún incipiente y se requiere no sólo de la innovación en el desarrollo de nuevos productos, sino también, de procesos rigurosos en la elaboración y evaluación de las propiedades funcionales reclamadas por los mismos.

### Justificación.

México se encuentra dentro de los primeros 15 productores de hongos comestibles a nivel mundial, y es el principal productor en Latinoamérica produciendo más del 80%. Los hongos comestibles son ampliamente consumidos en el mundo por su excelente sabor, aroma y textura. Por otra parte, su aceptación es también definida por sus propiedades nutricionales y funcionales, constituyendo una excelente alternativa en el consumo de alimentos naturales inocuos y con propiedades benéficas para la salud.

Por lo anterior, las aportaciones de evidencias científicas sólidas (químicas, bioquímicas, genómicas, clínicas, epidemiológicas) que sustenten la importancia de las setas desde el punto de vista funcional de los compuestos bioactivos, son medulares y no sólo garantizarán el éxito de esta industria, sino también la salud del consumidor.

**Objetivo general.** Definir la actividad biológica de extractos de setas endémicas y comerciales.

**Objetivos particulares.** 1. Realizar la caracterización química e identificación de los principales compuestos bioactivos presentes en los extractos de setas comerciales (*Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma*

*lucidum*, *Lentinula edodes*, *Trametes versicolor* e *Hericium erinaceus*) y setas endémicas. 2. Evaluar la actividad antioxidante in vitro de los extractos. 3. Evaluar la citotoxicidad in vitro de los extractos en línea celular HEK293. 4. Evaluar la actividad inmunomoduladora utilizando la línea celular DC2.4.

### Estrategia metodológica



Figura 1. Esquema de trabajo para el estudio del potencial bioactivo de setas comerciales y endémicas.

**Resultados esperados.** Primeramente, se desea conseguir la caracterización química (valor nutricional y compuestos bioactivos) de todas las setas. Posteriormente, en su potencial bioactivo se conseguirá evaluar la actividad antimicrobiana y antioxidante. Finalmente, se espera la evaluación de la actividad citotóxica y la actividad inmunomoduladora.

### Referencias.

- Murphy, E. J., Masterson, C., Rezoagli, E., O'Toole, D., Major, I., Stack, G. D., Lynch, M., Laffey, J. G., & Rowan, N. J. (2020).  $\beta$ -Glucan extracts from the same edible shiitake mushroom *Lentinula edodes* produce differential in-vitro immunomodulatory and pulmonary cytoprotective effects - Implications for coronavirus disease (COVID-19) immunotherapies. *The Science of the total environment*, 732, 139330. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139330>
- Bhambri A, Srivastava M, Mahale VG, Mahale S and Kam SK (2022) Mushrooms as Potential Sources of Active Metabolites and Medicines. *Front. Microbiol.* 13:837266. doi: 10.3389/fmicb.2022.837266
- Zhao, Shuang, Qi Gao, Chengbo Rong, Shouxian Wang, Zhekun Zhao, Yu Liu, and Jianping Xu. (2020). "Immunomodulatory Effects of Edible and Medicinal Mushrooms and Their Bioactive Immunoregulatory Products" *Journal of Fungi* 6, no. 4: 269. <https://doi.org/10.3390/jof6040269>

## COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y NUTRACÉUTICAS DE LA HARINA DE CHAPULINES (*SPHENARIUM PURPURASCENS*) ALIMENTADOS CON DIFERENTES CULTIVOS EN TLAXCALA

Saúl Reyes Farfán, Silvia Luna Suárez, Marlon Rojas López\*.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.

[mrojas@ipn.mx](mailto:mrojas@ipn.mx)

*Palabras clave:* Harina de chapulín, composición nutricional, cultivos

### Introducción.

La entomofagia, práctica de consumir insectos, es tradición en varias culturas, incluida México, donde se consumen al menos 549 especies comestibles. Este interés resurge por la necesidad de fuentes alimentarias sostenibles. Los chapulines (*Sphenarium purpurascens*) son valorados por su rica composición nutricional. La harina de chapulín, obtenida por deshidratación y molienda, es una fuente proteica de alta calidad, comparable a las carnes tradicionales. Factores ambientales influyen en su composición nutricional, y en localidades como Españaita, Tlaxcala, es esencial entender cómo los cultivos afectan sus propiedades. La producción de insectos comestibles tiene ventajas sobre la ganadería tradicional, ya que requiere menos recursos y produce menos gases de efecto invernadero.

### Planteamiento del problema.

La calidad nutricional de la harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) está influenciada por el tipo de cultivo donde se recolectan los insectos. En Españaita, Tlaxcala, es crucial comprender cómo estas variaciones afectan la composición de la harina. Sin embargo, hasta ahora no se ha explorado adecuadamente este aspecto, lo que limita la optimización de su producción.

### Justificación.

La entomofagia presenta una alternativa viable y ecológica frente a la ganadería tradicional. En México, los chapulines representan una fuente significativa de proteínas y otros nutrientes esenciales. Al entender cómo los cultivos específicos influyen en las propiedades nutricionales de la harina de chapulín, se pueden aprovechar sus beneficios para la salud y la sostenibilidad.

### Objetivo general.

Evaluar la influencia de diferentes cultivos en Tlaxcala, sobre las propiedades nutricionales, fisicoquímicas, funcionales y nutraceuticas de la harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*).

### Objetivos particulares.

Analizar el efecto de tres cultivos en diferentes años y lotes de recolección sobre las propiedades nutricionales y nutraceuticas de la harina de chapulín recolectado en campo abierto.

Evaluar la influencia de cuatro estadios de crecimiento en las propiedades nutricionales y nutraceuticas de una harina de chapulines alimentados con dos cultivos diferentes de diferentes años.

Determinar el impacto de la alimentación con tres cultivos distintos y cuatro estadios de crecimiento en las propiedades nutricionales y nutraceuticas en harina de chapulines criados en condiciones controladas.

**Estrategia metodológica.** (A) Obtención de las muestras. (B) Perfil de lípidos. (C) Análisis de composición nutricional. (D) Perfil de proteínas. (E) Perfil mineral. (F) Propiedades fisicoquímicas. Propiedades tecno funcionales. Identificación y cuantificación de pigmentos. (G) Análisis

de la estructura molecular. (H) Interpretación de resultados. Validación de resultados.



Figura 1. Metodología propuesta

### Resultados esperados.

Se espera que el estudio revele variaciones significativas en la composición nutricional de la harina de chapulín según el tipo de cultivo en el que se recolectaron los insectos. Estas diferencias podrían manifestarse en aspectos como el contenido de proteínas, lípidos, minerales y pigmentos, lo cual proporcionaría una comprensión más detallada de cómo los factores ambientales y agrícolas específicos de cada cultivo impactan la calidad de la harina. También se anticipa que las técnicas espectroscópicas, como la espectroscopia UV-Vis y FTIR, aporten información precisa sobre el perfil de pigmentos y la estructura molecular de la harina, lo que permitirá establecer correlaciones entre los cultivos y las propiedades nutricionales. En última instancia, estos resultados podrían guiar la selección de cultivos específicos para mejorar la calidad de la harina de chapulín, optimizando así su uso en alimentos y promoviendo su producción como una fuente sostenible de nutrición en la región.

### Referencias.

Agencia de Noticias Ambientales (ANA). "Informe sobre la Producción de Harina de Grillo en México". 2023. Ramos-Elorduy, J. (1997). Importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 36 (1): 347-366.

# DINÁMICA ESTRUCTURAL Y ACUMULATIVA DE CARBOHIDRATOS DE *Agave durangensis* Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES FUNCIONALES

Shaila Nayeli Pérez Salinas, Yolanda Herrera Arrieta\*, Liliana Wallander Compeán, Marlón Rojas López, Hugo Manuel Monreal García, Rene Torres Ricario

Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Durango

yherrera@ipn.mx

Palabras clave: Fructanos, *Agave durangensis*, grado de polimerización, prebióticos, carbohidratos

**Introducción.** El género *Agave* se considera originario de México, donde se encuentran 272 de las 310 especies reportadas, con 135 especies endémicas. Los compuestos de los agaves que sirven para elaborar mezcal son conocidos como fructanos. En el estado de Durango, el *Agave durangensis* se encuentra ampliamente distribuido (1), el cual es una fuente importante de fructanos. Por lo tanto, el presente trabajo pretende evaluar los cambios acumulativos, estructurales y funcionales en *Agave durangensis* en diferentes etapas de crecimiento de la planta.

**Metodología.** Se procesaron 200g de corazón de *Agave durangensis* de 2, 5, 8 y 15 años, en proporción 1:10. La extracción de fructanos se realizó mediante el método de ultrasonificación. El extracto obtenido permitió evaluar diferencias acumulativas con métodos espectrofotométricos y su funcionabilidad.

**Resultados y discusión.** Extracción de carbohidratos de *Agave durangensis* de diferentes edades mediante el método de ultrasonificación.

Espectroscopia infrarroja (FTIR)

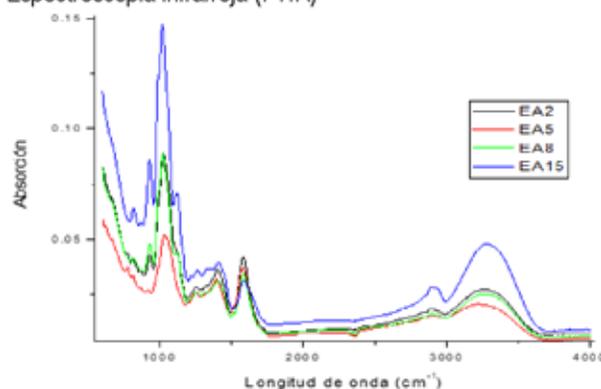


Figura 1. Espectro FTIR de extracto de *Agave durangensis*

Tabla 1. Rendimiento obtenido de carbohidratos de *Agave durangensis* en muestras de plantas de diferentes edades.

Muestra	Sólido/líquido	g de extracto obtenidos	Rendimiento (%)
2 años	1:10	1.34 ± 0.070	6.7
5 años	1:10	2.62 ± 0.035	22.6
8 años	1:10	4.54 ± 1.41	22.7
15 años	1:10	11.48 ± 2.12	57.4

Resultados obtenidos de carbohidratos solubles y carbohidratos reductores.

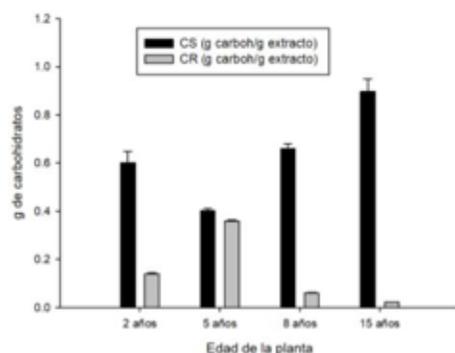


Figura 1. Concentración de carbohidratos solubles y carbohidratos reductores de plantas de *Agave durangensis* de diferentes edades

**Conclusiones y perspectivas.** Los rendimientos de extracción promedio de fructanos con respecto a los carbohidratos solubles van desde 76%, 10%, 90% y 97% para plantas de 2, 5, 8 y 15 años respectivamente, lo cual coincide a los rendimientos reportados por otros autores (2) que van desde 85% hasta 89.7% de rendimiento para plantas de *Agave tequilana* entre 10 y 12 años. El Espectro infrarrojo de la transformada de Fourier (FTIR) muestra las bandas que corresponden a la longitud de onda de los carbohidratos que va entre los 900 y 1200  $\text{cm}^{-1}$ , dichas bandas corresponden a la maltosa y la glucosa, lo cual coincide con lo reportado (3). La intensidad de la banda indica mayor concentración de estos carbohidratos resultando la menor concentración en la muestra de 5 años, lo cual coincide con el rendimiento obtenido en la extracción de fructanos. Esto se puede deber a cambios que ocurren en el ciclo biológico de la planta, que le ocasionan fluctuaciones en la reducción total del contenido de azúcares (4).

**Agradecimientos.** CONAHCYT por la beca otorgada y al IPN por el apoyo del proyecto multidisciplinario SIP-2280.

### Referencias.

- Almaraz-Abarca, N. y col. (2009) Profiling of phenolic compounds of somatic and reproductive tissues of *Agave durangensis* Gentry (Agavaceae) *American Journal of Applied Sciences*, 6(6): 1076–1085.
- Aldrete-Herrera, P. y col. (2019). Physicochemical composition and apparent degree of polymerization of fructans in five wild agave varieties: potential industrial use. *Foods*, 8(9): 7-11.
- Mellado-Mojica, E. y col. (2009) Developmental variation in *Agave tequilana* Weber var. azul stem carbohydrates. *Dyn. Biochem. Biotechnol. Mol. Biol.* 3: 34–39.
- Sánchez-Madrigal, M. y col. (2017). Ultrasound-assisted extraction of fructans from agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul) *Food Science & Technology*, 37:261–268.

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EMPLEANDO BIOINDICADORES Y SENSORES EN LA CIUDAD DE DURANGO, MÉXICO.

Sofía Lizeth De Casas Reyes, Isaías Chairez Hernández \*, Miguel Ángel Soto Cárdenas.

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

ichairez@hotmail.com

Palabras clave: sensores de calidad del aire, contaminación atmosférica, bioaerosoles.

**Introducción.** La calidad del aire es un factor crucial que afecta la salud y el bienestar de las poblaciones urbanas. Los contaminantes criterio, como PM10, PM2.5, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>, son esenciales para evaluar la calidad del aire y tienen un impacto directo en la salud pública y el medio ambiente (1). El monitoreo de estos contaminantes en la ciudad de Durango se ha realizado mediante estaciones fijas, las cuales a menudo presentan fallas, lo que limita la capacidad de obtener datos continuos y confiables, resaltando la necesidad de encontrar alternativas para mejorar la vigilancia de la calidad del aire en la ciudad. En este sentido, el uso de sensores de bajo costo ofrece una visión más dinámica de las concentraciones de contaminantes (2), permitiendo una evaluación más precisa de las áreas de alta exposición. Además, se explorará la capacidad de ciertas plantas e insectos como bioindicadores, ya que su sensibilidad a los contaminantes puede reflejar la presencia y concentración de sustancias tóxicas, como los metales pesados en el entorno (3). También se considerarán a los bioaerosoles, los cuales son partículas suspendidas de origen biológico, específicamente a las bacterias, cuya presencia y concentración pueden indicar la carga de contaminantes en el aire y su impacto potencial en la salud pública (4). Con base en lo anterior, se abordará la problemática de la medición de la contaminación del aire en la ciudad de Durango a través de un enfoque multidisciplinario empleando sensores de bajo costo, bioindicadores y bioaerosoles para comprender la dinámica temporal de los contaminantes atmosféricos.

**Metodología.** Primeramente, se construirá una estación de monitoreo de contaminantes criterio con sensores de bajo costo. Una vez construida, se realizarán los monitoreos y simultáneamente se tomarán muestras para cuantificar la acumulación de contaminantes, específicamente de metales pesados en el follaje del trueno y en hormigas y también se tomarán muestras para identificar y caracterizar las especies bacterianas presentes en el aire mediante observaciones morfológicas en todas las muestras y en muestras representativas por estación del año se emplearán técnicas moleculares para la identificación de especies (PCR y secuenciación del Gen 16S rRNA). La frecuencia de los muestreos y monitoreo será de dos veces por semana durante diez meses en dos sitios de la ciudad.

**Resultados y discusión.** Se construyó una estación de monitoreo de contaminantes criterio empleando sensores de bajo costo y una placa de desarrollo Arduino como se muestra en el cuadro 1. La configuración de software se realizó en Arduino Cloud, una plataforma en línea que permite crear y controlar remotamente proyectos usando dispositivos Arduino en la que se estableció un enlace entre la estación de monitoreo y la nube que permite registrar y observar las concentraciones medidas en tiempo real.

Cuadro 1. Principales componentes de la estación de monitoreo de contaminantes criterio con sensores de bajo costo

Estación de monitoreo	Sensor (nombre comercial)	Lo que mide:
	PMS5003	Material particulado PM10 y PM2.5
	MQ131	Ozono (O <sub>3</sub> )
	MQ136	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )
	MQ7	Monóxido de carbono (CO)
	MQ135	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )
	BAE280	Humedad y temperatura

Posteriormente se realizaron pruebas para observar su funcionamiento durante varias semanas y se hicieron mediciones simultáneamente con equipos certificados registrando datos similares.

Actualmente se está comenzando a trabajar con la estandarización del protocolo para muestreo y análisis de las muestras de bioindicadores (hormigas y follaje del trueno) y bioaerosoles (bacterias) así como en la preparación de equipo y adquisición de reactivos necesarios para llevarlo a cabo.

**Conclusiones y perspectivas.** La estación de monitoreo de contaminantes criterio construida con sensores de calidad del aire de bajo costo se encuentra funcionando y proporcionando datos confiables hasta el momento. La conexión entre la estación y la nube presenta la información de forma gráfica y amigable, así como la facilidad de descarga de los datos registrados durante las pruebas de funcionamiento. Se espera en próximas fechas iniciar el muestreo de bioindicadores y bioaerosoles a la par con la estación de monitoreo para recopilar datos y realizar análisis estadístico que permita identificar patrones de concentración, estacionalidad, etc. a lo largo del tiempo.

### Referencias.

- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Rev. Esp. Salud Pública*, 73(2), 123-132.
- García Navarrete, G., & R. S. (2019). Sensores de bajo costo para el monitoreo de calidad del aire. *Epistemos*, 13(17), 31-37.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2010). Manual 1. Principios de la medición de la Calidad del aire.
- Maldonado Vega, M., Peña Cabriales, J. J., de Los Santos Villalobos, S., Castellanos Arévalo, A. P., Camarena Pozos, D., Arévalo Rivas, B., Valdés Santiago, L., Hernández Valadez, L. J., & Guzmán de Peña, D. L. (2014). Bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 30(4), 351-363.

# FORMULACIÓN DE NANOEMULSIONES DE EXTRACTOS DE RESIDUOS FORESTALES PARA EL CONTROL DE FITOPATÓGENOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

Teresa Guadalupe Vargas Mendieta, \*Blanca Estela Barragán Huerta, \*Paulina Gutiérrez Macías

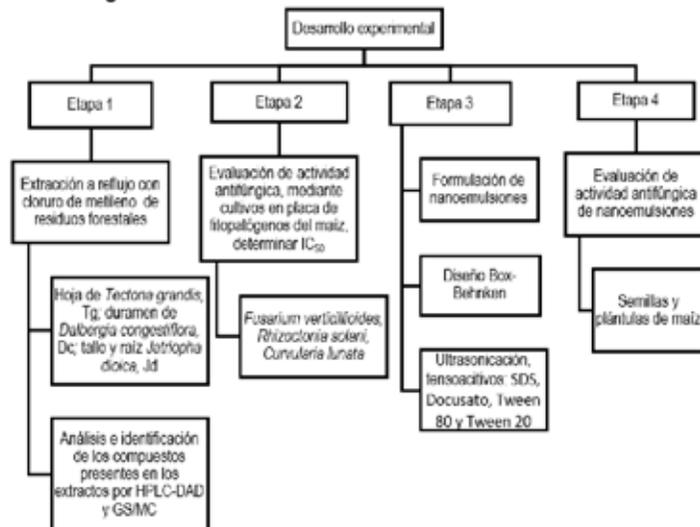
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Residuos Peligrosos, Departamento de ISA

\*[bbarraga59@yahoo.com](mailto:bbarraga59@yahoo.com), \*[pgutierrezm.ipn@gmail.com](mailto:pgutierrezm.ipn@gmail.com)

Palabras clave: Nanoemulsiones, *Tectona grandis*, *Dalbergia congestiflora*, *Jatropha dioica*, fitopatógenos

**Introducción.** El ataque de patógenos o plagas a cultivos primarios como el maíz es una de las principales problemáticas en el sector agrícola, que ocasiona pérdidas de hasta el 50% de los cultivos, por lo que representa una amenaza para la seguridad alimentaria de millones de personas. Actualmente, su control se realiza por medio de plaguicidas sintéticos, que generan: problemáticas ambientales, intoxicación en seres humanos y resistencia de los microorganismos patógenos(4). Entre las soluciones propuestas se busca el desarrollo de estrategias biotecnológicas que representen una opción segura y sustentable, tal como las formulaciones a base de extractos naturales con actividad antimicrobiana (2). En el presente trabajo se propone el desarrollo de nanoformulaciones con un amplio espectro de actividad antifúngica mediante la incorporación de extractos provenientes de residuos forestales. Además, con la valorización de los residuos forestales se busca evitar su desecho. Con esta tecnología se busca beneficiar a los productores al disminuir la pérdida de cultivos, a los consumidores al aumentar la seguridad alimentaria y al ambiente, al mitigar el daño a los factores bióticos y abióticos.

## Metodología.



**Resultados y discusión.** Se obtuvo un rendimiento del  $15.18 \pm 0.33\%$  de extracto de *D. congestiflora*, y de  $5.38 \pm 0.05\%$  para *T. grandis*. Los dos extractos alcanzaron porcentajes de inhibición de  $43 \pm 1.41\%$  contra *C. lunata* y *F. verticillioides* y de hasta un  $100 \pm 0\%$  en *R. solani*. Mientras que para *J. dioica* (raíz) de un  $53 \pm 1.41\%$  para *C. lunata*. En la Figura 1, se observa la gráfica representativa de resultados de inhibición con el extracto de *D. congestiflora*. Para el análisis cromatográfico, se obtuvo un perfil general de la cantidad y tipo de compuestos que se encuentran en cada extracto. En el caso de *D. congestiflora*, destaca el compuesto con tiempo de retención a 35.06

min (Fig. 2), el cual coincide con la metoxidalbergiona reportado por de la Cruz, 2018 (1); este compuesto muestra una alta capacidad antibacteriana y antifúngica.

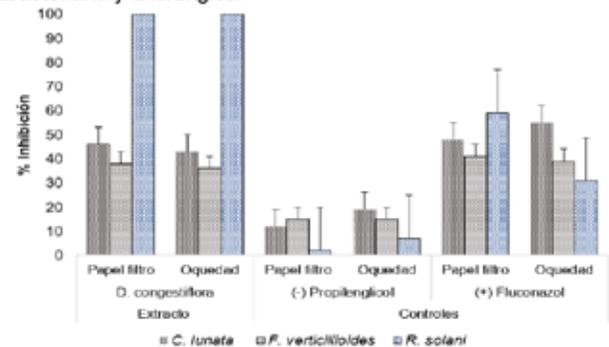


Figura 1. Actividad antifúngica del extracto del duramen de *D. congestiflora* sobre cepas fitopatógenas utilizando dos formas de inoculación

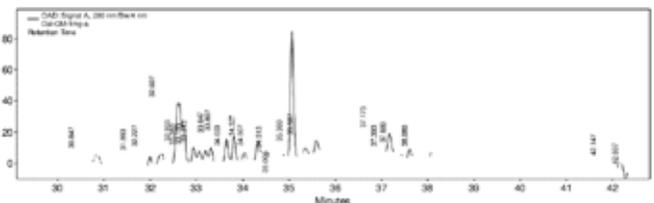


Figura 2. Cromatograma del extracto obtenido con cloruro de metileno de *D. congestiflora* por HPLC-DAD a 280 nm

**Conclusiones y perspectivas.** Para *F. verticillioides* y *R. solani* el mayor grado de inhibición se obtuvo con los extractos de Dc y Tg, mientras que para *C. lunata* fue con el extracto de Jd (Raíz). La banda presente en la cromatografía obtenida por HPLC de Dc, 35.06 min corresponde al compuesto de metoxidalbergiona. Para el resto de los extractos es necesario estudiar a qué compuestos corresponden cada una de las bandas presentes. Se plantea que con la formulación de las nanoemulsiones la actividad antifúngica de los extractos aumente.

**Agradecimientos.** A la Colección Nacional de Cepas Microbianas y Cultivos celulares (CINVESTAV) por facilitar la adquisición de las cepas CDBB-H-1138 y CDBB-H-261.

## Referencias.

- De la Cruz-Pino, MC. (2018). Evaluación de la actividad contra microorganismos fitopatógenos del extracto etanólico de *Dalbergia congestiflora* y su aplicación en recubrimientos alimenticios. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN
- Mishra, P; Tyagi, BK, Mukherjee, A; Chandrasekaran, N. 2019. Potential application of nanopesticides to pest control in the food and agriculture sector. 493-509. En: CRC Press. Food Applications of Nanotechnology. EUA.
- Téllez-Díaz, AY. (2010). "Solubilización y estabilidad de las microemulsiones del colorante natural Neocandona". ENCB, IPN.
- Villavicencio-Nieto, MA; Pérez-Escandón BA; Gordillo-Martínez AJ. 2010. "Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en estado de Hidalgo, México". *Polibotánica*, 30: 193-238.

## ANTIMICROBIAL RESISTANCE, CHARACTERIZATION, AND MOLECULAR ANALYSIS OF ESKAPE GROUP STRAINS FROM THE HYDROLOGIC SUBREGION OF RIO SOTO LA MARINA, TAMAULIPAS

Tunde Olarinde Olaniyan, Cesar Marcial Escobedo Bonilla, Ana Verónica Martínez Vázquez, Virgilio Bocanegra-García\*

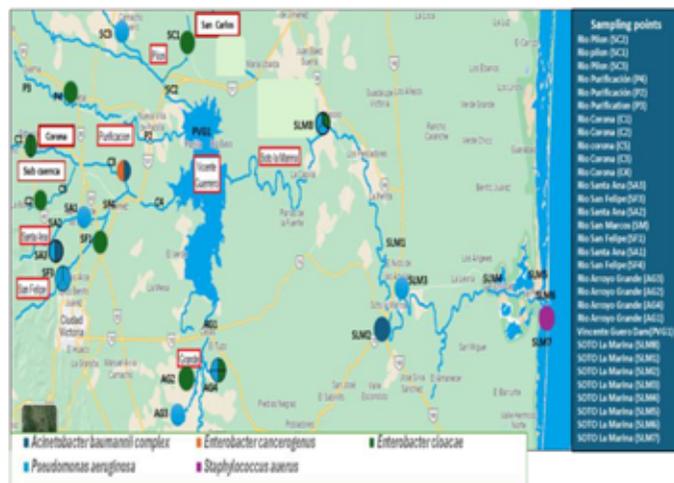
+528991606446 [vbocanegra@ipn.mx](mailto:vbocanegra@ipn.mx)

**Keywords:** ESKAPE, Pathogen, Antimicrobial resistance, resistant gene

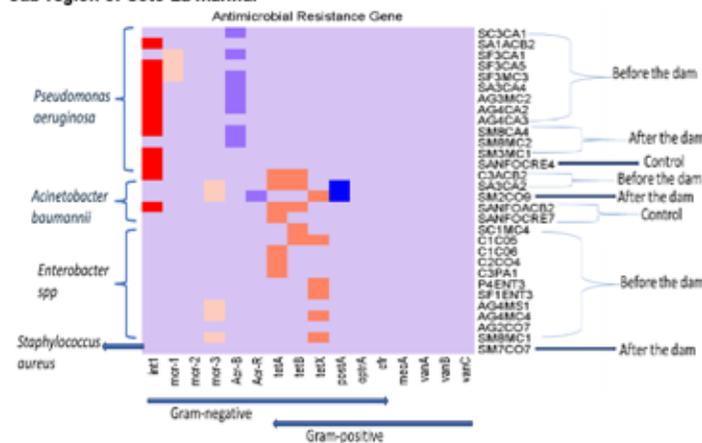
**Introduction:** The Word ESKAPE is an acronym that includes six nosocomial pathogens that exhibit multidrug resistance and virulence: *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Enterobacter* spp (1). ESKAPE pathogens have become essential in recent times because of their role in nosocomial infections (2). The mechanisms of resistance in ESKAPE have been grouped into three, which include drug inactivation, modification of target site, and reduced absorption of drugs (3). ESKAPE strains are both clinically and environmentally relevant as they have been recovered from both the hospital wards and, recently, the communities(4,5). The Rio Soto La Marina Hydrological Subregion is in Northeast Mexico and includes part of the states of Nuevo León and Tamaulipas and ends at the Soto la Marina River basin, which drains into the Gulf of Mexico (6). As a result of the anthropogenic activities (agriculture and recreational) around the hydrological sub-region of Soto la Marina, it is possible to deduce that rivers around Rio Soto Marina may be a potential reservoir for multidrug-resistant bacteria, including members of the ESKAPE family. This research aims to identify and characterize the ESKAPE pathogen population, resistance behavior, and antimicrobial-resistant genes associated with recovered ESKAPE bacteria in the hydrologic subregion of Rio Soto marina water bodies.

**Methodology:** Thirty-one water samples were collected aseptically from different sampling points in the Rivers and Dam in the Soto La Marina sub-hydrologic water system. Five physicochemical parameters were analyzed, including pH, Dissolved Oxygen, Nitrate, Phosphate, and Chromium hexavalent (Cr<sup>6+</sup>). All analyses followed the standard method (7). The water sample was serially diluted up to the factor of 10<sup>-8</sup>, and each factor from 10<sup>-1</sup>–10<sup>-8</sup> was plated in appropriate differential and selective media (CHROMagar orientation, CHROMagar VRE, CHROMagar Acinetobacter, CHROMagar extended-spectrum beta-lactamase (ESBL), MacConkey agar, Bile Esculin Agar, and Mannitol salt agar) using the spread plate technique for the recovery of ESKAPE from water samples. Isolation of colonies and species-level identification includes Gram staining and biochemical profiling using VITEK MS (BIOMERIEUX). Antimicrobial Susceptibility Testing was also determined with VITEK 2 and the diffusion disc method (Kirby-Bauer) on Mueller–Hinton agar. DNA was extracted using the heat lysis protocol, and antimicrobial-resistant genes were identified with PCR.

**Result and discussion:** Do, pH, phosphate, nitrate, and Cr<sup>6+</sup> were within the WHO values, except for the San Felipe and Corona phosphate levels. Thirty (30) ESKAPE pathogens (*Staphylococcus aureus* (3%); *Acinetobacter baumannii* complex (17%); *Pseudomonas aeruginosa* (43%); *Enterobacter* spp (37%) were detected in this study as shown on fig 1. Integron (*int1*), tetracycline (*tetA*, *tetB*, *tetX*) Colistin (*mcr-1*, *mcr-3*), Ciprofloxacin (*acrB*, *acr-R*) and linezolid (*poxtA*) resistant harboring gene strains in extra-hospital settings are described in fig 2.



**Figure 1:** Geographical distribution of ESKAPE bacterial species in the hydrologic sub-region of Soto La marina.



**Figure 2:** Antimicrobial resistant genes recovered from ESKAPE pathogen

**Conclusion and perspective:** Few ESKAPE pathogens were recovered in the water bodies around Rio Soto la Marina. However, the recovery of some ESKAPE pathogens and important resistant genes from the screened rivers suggests the potential health risk of these rivers if people with compromised immunity consume their water or fish.

### References

1. Rice LB.2008. Federal funding for studying antimicrobial resistance in nosocomial pathogens: No ESKAPE. Vol. 197, *Journal of Infectious Diseases.*, 197 (8), pp. 1079-1081.
2. Founou RC, Founou LL, Essack SY.2017. Clinical and economic impact of antibiotic resistance in developing countries: A systematic review and meta-analysis. Vol. 12, *PLoS ONE.*, 12, e0189621
3. Santajit S, Indrawattana N. 2016. Mechanisms of Antimicrobial Resistance in ESKAPE Pathogens. Vol. 2016, *BioMed Research International.* 2475067.



Centro de Investigación en  
Biotecnología Aplicada

Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera  
Estatad Tecuexcomac - Tepetitla K. 1.5,  
Tlaxcala, C.P. 90700, México  
[www.cibatlaxcala.ipn.mx](http://www.cibatlaxcala.ipn.mx)