



Memorias del 11º Congreso de la Facultad de Ingeniería Química

“Sociedad, ciencia y tecnología
para un futuro sostenible”

8-10 de Octubre de 2025

Mérida, Yucatán, México



Publicación: Febrero de 2026



Memorias del 11º Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11)

8–10 de octubre de 2025

Mérida, Yucatán, México

**“SOCIEDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA UN
FUTURO SOSTENIBLE”**

Publicación: febrero de 2026

Facultad de Ingeniería Química – Universidad Autónoma de Yucatán



Presentación

El Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ) constituye, desde su primera edición en 2013, un espacio de encuentro académico, científico y humano acorde con el compromiso que la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán tiene con la formación integral de estudiantes de ingeniería y ciencia exactas, la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la vinculación con el sector productivo y la sociedad. Cada una de sus ediciones se han organizado en torno a temáticas integrales y pertinentes para el entorno regional y nacional, sin perder de vista que estamos inmersos en una dinámica global que facilita oportunidades y acceso al conocimiento, pero que también implica retos académicos, profesionales y humanos.

En su décimo primera edición, el ConFIQ-11 reunió a 943 participantes provenientes de 43 instituciones y 17 estados de la República, consolidándose como un evento de alcance nacional donde se dieron cita estudiantes, docentes, investigadores y profesionales del sector productivo. A través de 4 conferencias magistrales, 2 mesas panel, 141 ponencias de investigación en modalidad oral y cartel, 16 talleres precongreso, 8 visitas industriales y diversas actividades académicas impulsadas por asociaciones estudiantiles, el congreso promovió el intercambio de ideas, la divulgación y la difusión de conocimiento.

Las actividades que formaron parte del congreso reflejan los retos actuales de la Biotecnología, Química, Ciencia de los Alimentos, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial Logística y áreas afines, en esta ocasión enmarcadas por nuestra temática en esta décimo primera edición: **“SOCIEDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE”**.

Estas memorias reúnen información sobre las actividades y los trabajos presentados durante el congreso y representan no solo un registro académico, sino también el compromiso de la Universidad Autónoma de Yucatán con el acceso al conocimiento, la colaboración interdisciplinaria y la participación estudiantil como pilares fundamentales para construir un futuro más sostenible.

Atentamente
Comité Organizador



Índice

Comité Organizador	11
Patrocinadores	14
Programa General	16
Cobertura y Alcance	18
Conferencias Magistrales	21
Productos naturales, ligantes sostenibles en el diseño de metalofármacos en la batalla contra el cáncer	22
Resaltando la importancia de las comunidades microbianas para el ambiente y la sociedad	23
Trazando el camino, jóvenes en la logística del futuro	24
Aprovechamiento de residuos agrícolas: nanocelulosa, celulosa microcristalina y su aplicación como refuerzo en matrices poliméricas	25
Mesas Panel	26
Mesa Panel “Ciencia, industria y sociedad en la búsqueda de sostenibilidad”	27
Mesa Panel “Productividad industrial en un mundo sostenible”	29
Programa Detallado de Ponencias de Investigación	32
Formato Cartel	33
Formato Ponencia Oral	42
Resúmenes de Trabajos de Investigación	59
Ultrasonido de alta intensidad y complejos proteína-polisacárido con caseína micelar y β -glucano para mejorar la recuperación de proteínas séricas de suero dulce y ácido	60
Modelo de optimización para la distribución de última milla en cadenas de valor agroalimentarias con enfoque en resiliencia y sostenibilidad	62
Determinación de Ácido Indol-3-acético (AIA) producido por el consorcio microbiano PM06-2 para su posible uso como biofertilizante	64
Obtención de películas compuestas a base de PP-Paligorskita modificada con potencial de uso en techos de invernaderos	66
Aislamiento y selección de hongos aislados de residuos lignocelulósicos de Yucatán para la producción de pectinasas extracelulares de interés industrial	68
Caracterización fisicoquímica de la cáscara de plátano y de rambután obtenidos de la región Soconusco, Chiapas: propuestas de revalorización	70
Extracción de celulosa obtenida de la cacota de cacao como potencial material encapsulante de polifenoles ..	72

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Biopelículas a partir de almidón recuperado de residuos de semilla de <i>Tamarindus indica</i>	74
Extracción de sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz para su evaluación como material de refuerzo en el fibrocemento.....	76
Efecto del ácido ferúlico en la producción de peróxido y degradación de pericarpio del consorcio PM06-2...	78
Evaluación de la actividad fitasa producida por el consorcio PM-06.....	80
Bioprospección de microorganismos productores de fructanasas autóctonos de la de piña de henequén (<i>Agave fourcroydes</i>).....	82
Estudio exploratorio del contenido de etanol en la pulpa de la <i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum en Yucatán, México.....	84
Desarrollo de una herramienta digital basada en predicción de series temporales para la gestión de inventarios y comercio agrícola.....	86
Indicadores visuales biodegradables para monitoreo de frescura cárnica.....	88
Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el desarrollo de biopelículas celulósicas con aplicación en biomedicina.....	90
Potencial inhibitorio de α -amilasa y α -glucosidasa de extractos de maíz (<i>Zea mays L.</i>) de Yucatán y sus derivados.....	92
Efecto antioxidante de extractos del fruto de Guamuchil (<i>Pithecellobium dulce</i>) en carne molida de res.....	94
Estabilidad oxidativa en carne de res para hamburguesas con extracto de Garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>).....	96
Evaluación antioxidante in vitro de extractos de cáscara de <i>Opuntia robusta</i> (nopal).....	98
Caracterización metabolómica y potencial nutracéutico del fruto de <i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem ..	100
Coacervación compleja a partir de aislado de proteína de suero de leche y κ -carragenina asistida por ultrasonido de alta intensidad para el desarrollo de un postre tipo natilla bajo en calorías.....	102
Análisis bromatológico de la harina de Pepino Kat (<i>Parmentiera Aculeata</i> Seem) para su revalorización como fruto subutilizado.....	104
Amaranto, quinoa y chíá: potenciales fuentes sostenibles de péptidos bioactivos con actividad multifuncional.....	106
Mejoramiento del proceso de fermentación para la producción de cerveza probiótica baja en alcohol a partir de avena malteada fermentada con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> variedad <i>boulardii</i>	108
Química de cálculos renales y su relación con factores de riesgo en Yucatán.....	110
Efectos diferenciales de la capsaicina y el AMG9810 sobre la función espermática de ratón CD-1.....	112
Perfil metabólico del fruto de <i>Psidium guajava L.</i> (guayaba).....	114
Análisis del perfil químico de <i>Raphanus sativus L.</i> (rábano) a través de métodos metabolómicos.....	116

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Estudio mecanístico <i>in vitro</i> de la actividad inhibitoria de <i>Psidium guajava</i> L. sobre enzimas reguladoras de la glucemia postprandial	118
<i>Raphanus sativus</i> L.: elucidación de su mecanismo de inhibición <i>in vitro</i> en enzimas que modulan la digestión de carbohidratos.....	120
Diagnóstico de cáncer de mamá mediante machine learning.....	122
Supervivencia de <i>Limosilactobacillus reuteri</i> DSM 17938 cultivada en caldo de avena malteada suplementado con citrato de zinc durante una simulación de digestión <i>in vitro</i>	124
Incorporación de compuestos fenólicos obtenidos de las pérdidas de <i>Mangifera indica</i> y <i>Persea americana</i> en tortillas de maíz	126
Modelado cinético de la autohidrólisis de la fracción de hemicelulosa del bagazo de caña de azúcar	128
Estudio de la actividad antiinflamatoria del extracto de flores de <i>Lonchocarpus longistylus</i> en macrófagos peritoneales murinos	130
Evaluación citotóxica y toxicológica de los extractos orgánicos de hoja de <i>Lonchocarpus longistylus</i> y <i>Caesalpinia gaumeri</i>	132
Evaluación de la actividad antibiótica de bacterias marinas de la microbiota de <i>H. floresii</i> sobre patógenos	134
Condiciones para la extracción enzimática de compuestos fenólicos del fruto de ciricote verde (<i>Cordia Dodecandra</i> A. DC).....	136
Automedicación universitaria en el programa de biología, un reto para la salud	138
Medición de conductividad térmica de un composito base poliestireno y carbonato de calcio recuperado....	140
Caracterización electroquímica de supercapacitores ensamblados con electrodos a base de cemento y carbón	142
Tallo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.): biomasa potencial para la producción de bioetanol de segunda generación	144
Evaluación de la actividad lipolítica de un consorcio proveniente del suelo de una granja avícola de Yucatán	147
Entre cultura y tradiciones: la vivienda como patrimonio vernáculo en la Península de Yucatán	149
Fibras de TiO ₂ -WO ₃ producidas por electrohilado: degradación de contaminantes mixtos y evaluación de impacto ambiental.....	151
Estimulación del enraizamiento de <i>Pinus greggii</i> var. <i>australis</i> con promotores agroquímicos y orgánicos..	153
Verificación de la relación caudal–pérdida de carga en un dispositivo hidráulico didáctico mediante comparación con un modelo existente	155
Respuestas transcriptómicas de <i>Picochlorum renovo</i> a cambios en zinc y salinidad	157
Medición de conductividad térmica de un composito base poliestireno y carbonato de calcio recuperado....	159

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Modelo termodinámico de solubilidad de CO ₂ en salmueras de NaCl concentradas como estrategia de CCS	161
Diferencias químicas y morfométricas entre poblaciones nativas y recientemente colonizadas de <i>Euglossa viridissima</i>	163
Evaluación citotóxica de ceniza de neumático de desecho en el biomodelo vegetal <i>Allium sativum</i>	165
Efecto de las nanopartículas de níquel cero valente en los sistemas hidrogenogénicos-metanogénicos acoplados.....	167
Proyecto: Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México. Aplicación de la ciencia, la ciencia ciudadana y la tecnología en el cuidado de los ecosistemas costero-marinos del Golfo de México.....	169
Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados en la restauración de manglares: avances y lecciones aprendidas en el Golfo de México	172
Situación actual en la gestión de residuos sólidos y aguas residuales domésticas en comunidades costeras del Golfo de México.....	174
Diseño del sistema de puesta a tierra en edificio de Tecnología de la Información en una Institución de Educación Superior.....	176
Efecto toxicológico de extractos acuosos de sargazo fresco y en descomposición en organismos modelo: <i>Danio rerio</i> y <i>Daphnia magna</i>	178
Diseño y evaluación <i>in silico</i> de una terapia de knockout con CRISPR contra <i>TERT</i> para cáncer de pulmón.....	180
Diseño <i>in silico</i> de un siRNA candidato para su aplicación en terapia génica para el tratamiento del acné vulgar	182
Estudio de inducción de la reprogramación celular mediante la sobreexpresión de reguladores epigenéticos en células troncales de la pulpa dental.....	184
La reprogramación celular mediante moduladores de la cromatina induce adipogénesis en células de la pulpa dental.....	186
Evaluación citotóxica preliminar del extracto metanólico de las hojas de <i>Melicoccus oliviformis</i> (Kunth) ...	188
Modificación estructural de quinonas aisladas del Aloe vera y su evaluación antiviral contra dengue.....	190
Impacto de la humedad durante el proceso de activación en celdas solares de CdTe.....	192
Síntesis y caracterización de CdO obtenido con extractos de hoja de papaya para su uso en procesos fotocatalíticos	194
On the effects of dispersion on the optical properties of black and blue phosphorene	196
Evaluación de las propiedades de ZnO dopado con sodio y potasio obtenido a través del extracto de la naranja agria	198

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Caracterización de aerogeles de celulosa bacteriana modificados con APTES: ángulo de contacto, capacidad de absorción y estabilidad en medio acuoso.....	200
Diseño y caracterización de un andamio de PGS tratado con Miel de Yucatán para su potencial aplicación en regeneración de la piel	202
Evaluación de la actividad antifúngica del péptido LLFFLK frente a cepas de interés microbiológico.....	204
Efecto del tratamiento térmico sobre la relación microestructura-dureza de aceros avanzados de alta resistencia para uso automotriz.....	206
Detección de resistencia a vancomicina de cepas de <i>Pediococcus</i> aisladas de ambientes salinos	208
Sulfonación y caracterización de una polisulfona comercial (UDEL®-3500) para la preparación de membranas densas	210
Caracterización de membranas compuestas de Polidimetilsiloxano, 3-Cianopropiltrietoxisilano y Trietoxifenilsilano.....	212
Estrategia de pretratamiento para el análisis colorimétrico de cumafós y clorpirifós en miel de <i>Apis mellifera</i> por reacción con 4-(4-nitrobencil) piridina	214
Correlación teoría-experimento en la conductividad eléctrica de nanocompuestos poliméricos con nanotubos de carbono	216
Determinación computacional de la ruta biogenética de las cheiloclinas A-I a través de métodos multiescala	218
Influencia del estado de dispersión de nanotubos de carbono en las propiedades eléctricas de nanocompuestos a través de simulaciones computacionales	220
Desarrollo de membranas PET modificadas con sargazo y óxido de cobre para la remoción de tintes azoicos	222
Estudio cinético de la extracción por sorción de ivermectina con agitadores magnéticos	224
Producción de metabolitos funcionales en tomate: el papel sinérgico de las micorrizas y los insecticidas	226
Síntesis de nanopartículas de cobre y la comprobación de su efecto antimicrobiano	228
Estudio preclínico de la mezcla de benznidazol con óxido de β -cariofileno en modelos murinos de infección crónica con <i>T. cruzi</i>	230
Caracterización fisicoquímica y electroquímica de electrodos secos impresos en 3D para su potencial aplicación en dispositivos biomédicos	232
Preparación y caracterización de películas compuestas de alcohol polivinílico con partículas de testa de <i>Pouteria sapota</i>	234
Efecto de la potencia del plasma de aire en la modificación superficial de andamios elaborados a base de PGS	236
Evaluación del efecto inhibitorio del compuesto metal-orgánico MOF-5 sobre un consorcio nitrificante.....	238

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Remoción de sulfametoxazol del agua mediante adsorción en régimen estacionario empleando carbón activado	240
Caracterización de medios sorbentes para la técnica FPSE con recubrimiento de PDMS-CIANO	242
Evaluación de la eficiencia de haloisita y tiolato de potasio como adsorbentes para la remoción de litio y níquel de soluciones acuosas: influencia del pH.....	244
Encapsulación y liberación focalizada de vinorelbina en nanopartículas paramagnéticas de Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ funcionalizadas con poli (β-amino éster)	246
Síntesis y estudio estructural de N-[2-(1H-bencimidazol-2-il)fenil]amida sustituidas	248
ELAYA SMILES: Herramienta computacional para la conversión, visualización y análisis molecular a partir de notación SMILES.....	250
Estudio de sulfonamidas derivadas de 2-(1H-bencimidazol-2-il)-anilina, síntesis y caracterización	252
Obtención de hidrocarbón y zeolita, potenciales precursores para la síntesis de materiales híbridos	254
Estudio estructural de compuestos de coordinación de cobre(II) mono, di y tetra nucleares con ligantes derivados de 5-nitroimidazol con posible actividad biológica	256
Influencia de los contraiones cloruro, nitrato y acetato en la geometría de compuestos de cobre(II) con ornidazol.....	258
Síntesis de compuestos de Ag(I) con derivados de imidazol, con posible actividad biológica	260
Síntesis de compuestos de coordinación de plata(i) y cromo(iii) del ácido 2-bencimidazol propionico	262
Validación fitoquímica de Bauhinia, un legado de la medicina tradicional	264
Fitoquímica de algas marinas como alternativa sostenible de la industria del futuro	266
Caracterización de la composición química en la piel de la tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) y expresión génica de colágeno tipo I y factores de regeneración tisular durante tres diferentes estadios.....	268
Implementación y estandarización de un protocolo reproducible y eficiente para la descarbonatación de sedimentos marinos.....	270
Análisis de Producción más Limpia en un sistema de aire acondicionado tipo Chiller que opera en una zona cálida húmeda costera de México	272
Reducción de tiempos y costos en la producción de maquinaria agroindustrial mediante la implementación de herramientas Lean y análisis de KPI's	274
Mejora de la satisfacción del cliente y reducción de pérdidas por devoluciones mediante la calidad del producto y la trazabilidad, aplicando la metodología TQM y el Ciclo PDCA en Dipay	276
Optimización avanzada de la distribución de planta integrando la Planificación Sistemática de Distribución (SLP), el Programa de Diseño de Distribución Automatizada (ALDEP) y las técnicas CRAFT para una mayor eficiencia en HI-FIL Pinturas del Sureste	278

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Gestión normativa y análisis de riesgos como estrategia preventiva para la seguridad industrial en Design Express	280
Descubriendo la ubicación de paraderos con análisis de transacciones de transporte público mediante clustering	282
Automatización low-code para la recopilación de datos: Una solución con Microsoft Power Automate	284
Mejorar el área de almacén utilizando el pronóstico de inventarios y el método ABC en Petco	286
Mejora de la eficiencia en el proceso operativo de almacenamiento mediante un análisis de flujo de trabajo en el almacén principal de la empresa Multi E	288
Mejorar la eficiencia en la productividad de la línea de producción para Puratos usando los pilares TPM, análisis de datos con Power Bi e inventariando las piezas críticas de repuesto.....	290
Dashboard para la toma de decisiones basado en datos de abordaje en la ruta periférico del sistema de transporte 'Va y Ven'	292
Mejora del desempeño del proceso de organización de telemarketing y eficiencia en las ventas a través de la metodología PDCA.....	294
Buscando la eficiencia y adaptarse a las nuevas instalaciones aplicando Manufactura Esbelta en Construcciones Verticales	296
Optimización del proceso de producción y empaque de racks mediante la metodología 8D en Bohn.....	298
Mejora de la gestión de inventario de herramientas y equipos en STEELEX.....	300
Selección de un método de optimización para el perfil de balor en un reactor Batch: Un enfoque práctico con MATLAB	302
Estudio sobre el flujo de trabajo y análisis de productividad para la estandarización y reducción de pérdidas en facturación logística, en la empresa F2F Transport	304
Optimizar el flujo de producción por medio del sistema de costura Toyota en los módulos de ensamble en Operadora Ganso Azul	306
Tiempo de retención en un pasteurizador de doble tubo de escala laboratorio	308
Diagnóstico preliminar de los procesos comerciales y logísticos de la empresa abarrotera	310
Identificación de mecanismos de falla en materiales compuestos de HDPE reforzado con fibra de henequén mediante monitoreo de emisión acústica: influencia de la modificación superficial de la fibra	312
Consumo de energía, propiedades físicas y de flujo en la molienda de alimentos	314
Diagnóstico de la problemática del tren de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil	316
Diagnóstico de los procesos de manufactura para la reducción del lead time en una empresa textil	318
Mensaje de Cierre.....	320

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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





11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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



Comité Organizador



Cuerpo Directivo de la Facultad de Ingeniería Química

- M. C. María Dalmira Rodríguez Martín – Directora
- M. C. Ángel Ramiro Trejo Irigoyen – Secretario Académico
- IQI. Roger Agustín Bargas Interián – Secretario Administrativo
- Dra. Leydi Maribel Carrillo Cocom – Coordinadora de la Unidad de Posgrado e Investigación

Coordinación General del Congreso

- Dra. Ixchel Gijón Arreortúa
- Dra. Yamile Pérez Padilla

Coordinación de Eventos Magistrales

- Dra. Beatriz Adriana Rodas Junco
- Dra. Mónica Noel Sánchez González

Comité de Ponencias de Investigación**

Coordinación

- Dra. Adriana Esparza Ruíz

Organización

- Dra. Claudia Ruíz Mercado
- Dr. Cristian Carrera Figueiras
- Dr. René López Flores

Coordinación de Talleres

- M. C. Alejandra Cabañas Sandoval
- M. C. Araceli González Burgos
- M. C. Mariana Martín López

Coordinación de Visitas Industriales

- M. C. Virginia Pérez Flores
- M. C. José Armando Tec Pool

Feria / Difusión de Posgrado

- Dr. Erick Aguilera Cauich

Coordinación de Grupos Estudiantiles

- M. C. Luis Farfán Matú

Difusión

- Dr. Rafael Antonio Rojas Herrera
 - Dr. Julio César Sacramento Rivero
-



XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Coordinación y Gestión de Patrocinios

- Dr. Alfredo Córdova Lizama
 - Dr. Jonatan Jafet UuH Narváez
-

Página Web y Sistemas

- LDGP. Luis Enrique Flores Rivero
 - LATI. Sagrado de Jesus Guzmán Manuel
-

Registro

- M. C. María Alejandra González Tamayo
 - M. C. Daniel G. Cantón Puerto
-

Edición de Memorias del Congreso

- Dr. Sergio Baz Rodríguez
- Dr. Eduardo Castañeda Pérez



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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



Patrocinadores

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



**CONSEJO
ESTUDIANTIL**
Facultad de Ingeniería Química



PROYECTO
**PAE
GEM**

**GOLFO DE
MÉXICO**



YUCATÁN

FIDEICOMISO PÚBLICO PARA
EL DESARROLLO DEL TURISMO
DE REUNIONES EN YUCATÁN



BIOCIENTIFICA®

**VISIT
YUCATÁN**



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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



Programa General

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Martes 07 de octubre			Miércoles 08 de octubre		Jueves 09 octubre			Viernes 10 octubre	
08:00 - 08:30	Talleres pre-congreso		Registro de participantes con pago de inscripción		Información y Registro de participantes			Información y Registro de participantes	
Conferencia magistral 1 Dr. David Morales Morales, Instituto de Química UNAM"Productos Naturales, Lígantes Sostenibles en el Diseño de Metalofármacos en la Batalla Contra el Cáncer" Aula Magna			Conferencia magistral 3 Ing. José Antonio Moreno Baqueiro, Grupo Logra "Trazando el camino, jóvenes en la logística del futuro" Aula Magna			Conferencia magistral 4 Dr. Alberto Tecante, FQ UNAM "Aprovechamiento de residuos agrícolas: nanocelulosa, celulosa microcristalina y su aplicación como refuerzo en matrices poliméricas" Aula Magna			
Conferencia magistral 2 Dr. José Quinatzin García Maldonado, CINVESTAV-Mérida "Resaltando la importancia de las comunidades microbianas para el ambiente y la sociedad" Aula Magna			Mesa panel 2 "Productividad industrial en un mundo sostenible" Aula Magna			Conferencia: Dra. Jennylynd James			
Ceremonia de inauguración Aula Magna			Receso			Desarrollo urbano y sustentabilidad: Retos y oportunidades hacia un futuro sostenible Aula Magna			
			Sesiones orales presenciales (salas simultáneas en FI): Sala 1: Audio 1 Sala 2: Audio 2						
09:30 - 10:00			Mesa panel 1 "Ciencia, industria y sociedad en la búsqueda de sostenibilidad" Aula Magna		Susto Olimpiadas IISE 10:00 -12:00 h. Master Chef FIQ. 11:00 - 16:00 h. Laboratorio de Tecnología de Alimentos.			Mesa Panel 3: Dra. Bertha Hernández Aguilar, UNAM ENES Mérida Dra. Ana Lucrecia Nadal Fuentes, CINVESTAV Dra. Mayanin Sosa Alcaraz, Instituto Tecnológico de Mérida Arq. María Leticia Roche Cano, H. Ayuntamiento de Mérida L.D.H Óscar Ulises Batún Lara, Fac. Arq. UADY	
10:00 - 10:30								Concurso FIQ's Got Talent Aula Magna	
10:30 - 11:00									
11:00 - 11:30									
11:30 - 12:00									
12:00 - 12:30									
12:30 - 13:00									
13:00 - 13:30									
13:30 - 14:00	Receso para comida	Romero, Anton Paar	Receso para comida		Sesión de carteles - Audiovisuales 1&2 FIQ			Conferencia: Dra. Isabel García Cámara, Escuela de Biotecnología de la Universidad Anáhuac Mayab	
14:00 - 14:30		Principios de reología y extrusión de materiales poliméricos							
14:30 - 15:00	Auditorio FIQ								
15:00 - 15:30									
15:30 - 16:00									
16:00 - 16:30									
16:30 - 17:00									
17:00 - 17:30									
17:30 - 18:00									
18:00 - 18:30									
18:30 - 19:00									
19:00 - 19:30									
19:30 - 20:00									
20:00 - 20:30									
20:30 - 21:00									



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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



Cobertura y Alcance



Rubro	Valor
Participantes registrados	943
Estudiantes de licenciatura de FIQ-UADY	759
Estudiantes de licenciatura externos	107
Estudiantes de posgrado de FIQ-UADY o Institucionales	5
Profesores de UADY	21
Profesores externos	29
Público en General	6
Instituciones de procedencia de participantes	43
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, Unidad Tabasco, Instituto Politécnico Nacional, CINVESTAV, COBACAM, Colegio de Postgraduados, ICML UNAM, IIIES-UNAM, Instituto Politécnico Nacional, Instituto Privado de la Península, Instituto Tecnológico de Mérida, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, ITESCAM, Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos, Oficina de Representación en el Estado de Yucatán-Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, Prepa 10 Estatal, Preparatoria Modelo Chetumal, TecNM / Instituto Tecnológico Superior de Misantla, TecNM Querétaro, Tecnológico de Conkal, Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Tecnológico Nacional de México / I.T. de Ciudad Madero, Tecnológico Nacional de México Campus Conkal, Tecnológico Nacional de México / ITS de Calkiní, UNAM, Universidad Anáhuac Mayab, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma del Carmen, Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Autónoma del Carmen, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Politécnica de Juventino Rosas, Universidad Politécnica de Tapachula, Universidad Politécnica de Yucatán, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Universidad Tecnológica de Tecámac, Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, COBAEV 70	
Estados de procedencia de participantes	17
Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco	
Conferencias magistrales	4
Mesas panel	2
Ponencias de investigación científica	141
Modalidad cartel	70
Modalidad ponencia oral presencial	51
Modalidad ponencia oral en línea	20
Actividades académicas por parte de asociaciones estudiantiles	7
Conferencias	6
Mesas Panel	1

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Rubro	Valor
Talleres	16
Participantes en talleres	137
Visitas industriales	8
Participantes en visitas industriales	193
Visitas industriales	8
Eventos culturales	5
Patrocinadores	14



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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



Conferencias Magistrales

Productos naturales, ligantes sostenibles en el diseño de metalofármacos en la batalla contra el cáncer

- **Dr. David Morales – Instituto de Química UNAM**



El Dr. David Morales Morales es Investigador Titular en el Instituto de Química de la UNAM desde mayo de 2001. Cuenta con más de 250 Publicaciones incluyendo 23 reviews en revistas indexadas de circulación internacional, así como 12 capítulos de libro. Fungió como editor en jefe de los libros “The Chemistry of the Pincer Compounds” editado por Elsevier (Holanda-2007) y “Pincer Compounds. Chemistry and Applications” (Elsevier-Holanda-2018), es coautor de los libros de texto “Introducción a la Química Organometálica” para nivel licenciatura editado por la Facultad de Química de la UNAM y Química Verde. Principio Por Principio editado por la Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. Estas publicaciones le han valido hasta el momento más de 8150 citas, con un índice H = 44 (SCOPUS). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III-hasta 2030) y al sistema de estímulos PRIDE-UNAM (Nivel D, Máximo Nivel en la UNAM). Desempeña actividades de evaluación de manuscritos para más de 50 revistas de circulación internacional de las editoriales más influyentes a nivel mundial. A presentado más de 150 conferencias por invitación en EUA, Venezuela, España, Brasil, Holanda, Portugal, Alemania, Inglaterra, Suecia, China, Francia, Rusia, Polonia, Canadá, Italia, Colombia (UQuindio, UdelValle, UNAL, UAtlantico, UdeNueva Granada, UMedellin, USantiago, UdelMagdalena), Paraguay, Pakistán, Perú, India y a nivel nacional en la UNAM, CINVESTAV-IPN, CIQUAEM, BUAP, UAM-I, UATlaxcala, CGIT-Tijuana, CCH-UNAM, ENP-UNAM, ININ, UASinaloa, IMP, UACHihuahua, USonora, UADYucatan, UPTlaxcala, UTMixteca, AMC, CIDETEQ, UANuevoLeon, UANayarit, BUAPuebla, UAGuerrero, UAZacatecas, UGuanajuato, UColima, UANayarit, UJAT-Tabasco y presentado junto con sus estudiantes más de 550 trabajos en diferentes congresos nacionales e internacionales. Ha sido asesor de 137 tesis que incluyen, 79 de Licenciatura, 45 de Maestría y 13 de Doctorado, así como asesorado a 18 estudiantes posdoctorales, además de Impartir los cursos de Química Organometálica, Introducción a los Sistemas Químicos y Biológicos y Química Verde a nivel licenciatura y posgrado respectivamente en la UNAM. Participa de manera continua en programas de divulgación científica (charlas, podcasts, entrevistas radio y tv) así como programas de estancias cortas de investigación para estudiantes de licenciatura y bachillerato y diplomados de actualización para profesores de educación media superior en Química Verde y Microescala para la Sostenibilidad. Más recientemente ha sido reconocido como uno

de los Autores más citados en las Revistas Científicas en el Área de Química por la DGAPA-UNAM y la compañía Elsevier-SCOPUS. Actualmente sirve como representante de la Red Universitaria para la Sustentabilidad-UNAM. Es miembro del International Advisory Board del International Symposium on Homogenous Catalysis (ISHC) desde 2010. Mas recientemente en enero de 2021 fue designado Editor Asociado de la Revista Applied Organometallic Chemistry (Wiley-Alemania) y en 2022 como Editorial Board Member de la revista Inorganics (MDPI-Suiza) y Editor Asociado de la Revista Frontiers in Chemistry (Frontiers-Suiza). Funge también como editor asociado de la revista TECNOCIENCIA-UACH (Mexico-Chihuahua) y a partir de enero de 2024 acepto la invitación para desempeñarse como Editor en Jefe de la revista Applied Organometallic Chemistry (Wiley-Alemania). En Mayo de 2025 fue nominado para formar parte del Advisory Board de la revista Dalton Transactions (RSC-UK).

Resaltando la importancia de las comunidades microbianas para el ambiente y la sociedad

- **Dr. José Quinatzin García Maldonado – CINVESTAV-Mérida**



Biólogo Marino egresado de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Realizó su Maestría y Doctorado en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, en el CIBNOR. Realizó estancias de investigación en la agencia espacial de los Estados Unidos (NASA), en el área de Exobiología. Obtuvo el Premio Estatal a la mejor tesis de doctorado en Baja California Sur en el 2014. Fue catedrático CONACYT de 2014 a 2021 y actualmente es Investigador Titular 3B del Departamento de Recursos del Mar en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) Unidad Mérida. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2. Cuenta con 43 artículos publicados en revistas

internacionales y un capítulo de libro. Ha graduado 6 alumnos de doctorado y 10 de maestría. Su principal línea de investigación es el análisis de comunidades microbianas con énfasis en Ecología y Biotecnología, a través del uso de herramientas moleculares. Ha realizado estudios de microbiomas en organismos marinos para comprender su contribución en el funcionamiento del ecosistema. Además, realiza estudios de metanogénesis y ciclo del nitrógeno en ecosistemas hipersalinos, utilizando a los tapetes microbianos como modelo de estudio. En el campo de la Biotecnología, sus investigaciones están relacionadas con la producción de biocombustibles, bioplásticos y a la degradación de contaminantes, principalmente hidrocarburos a escala de laboratorio y mesocosmos. Ha sido editor de un volumen especial de la revista *Frontiers in Microbiology* y ha fungido como revisor en diversas revistas como *Microbial Ecology*, *PeerJ*, *Extremophiles*, entre otras. Cuenta con sólidas colaboraciones nacionales e internacionales.

Trazando el camino, jóvenes en la logística del futuro

- **Ing. José Antonio Moreno Baqueiro – Director general Grupo Logra**



Director General en Grupo Logra, Especialista en Transporte Intermodal y Gestión Portuaria. Ingeniero Civil por la UNAM con Maestría en Gestión Portuaria y Transporte Intermodal por la Universidad Pontificia Comillas (España). Con más de 25 años de Experiencia en el sector logístico y Portuario, ha liderado proyectos estratégicos en empresas como la Administración Portuaria Integral de Progreso y Grupo Logra, donde Actualmente impulsa el crecimiento comercial y la atracción de carga a Terminales en México y Centroamérica. Ha desarrollado e implementado planes de infraestructura, logística y Operaciones portuarias con enfoque en calidad, eficiencia y Sostenibilidad. Su formación internacional y trayectoria en cargos Directivos lo consolidan como referente en el desarrollo de plataformas Logísticas integradas para el comercio nacional e internacional.

Aprovechamiento de residuos agrícolas: nanocelulosa, celulosa microcristalina y su aplicación como refuerzo en matrices poliméricas

- **Dr. Alberto Tecante Coronel – Facultad de Química UNAM**



Alberto Tecante Coronel es Ingeniero en Alimentos (UNAM) con estudios de maestría (M.Sc.) y doctorado (Ph.D.) en Ingeniería Química por la Universidad Laval en la ciudad de Quebec, Canadá. Fue Investigador visitante en el Laboratorio de Físicoquímica de Macromoléculas del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) en la ciudad de Nantes, Francia. Actualmente es Profesor Titular C, de tiempo completo, definitivo en el Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es Investigador Nacional y miembro del Consejo Editorial de las revistas *Food Hydrocolloids* y *Food Hydrocolloids for Health* publicadas por Elsevier Ltd. En los últimos cinco años ha arbitrado alrededor de 300 artículos en diferentes revistas indizadas de circulación internacional. Cuenta con una amplia experiencia docente impartiendo cursos de licenciatura en Fenómenos de Transporte, Mecánica de fluidos, Procesos de Alimentos y Físicoquímica de Alimentos, principalmente. En el posgrado ha impartido cursos de Reología de Biopolímeros e Ingeniería de Alimentos Avanzada. Tiene más de cien participaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha presentado múltiples seminarios en distintas instituciones de educación superior y participado activamente en la formación de recursos humanos de licenciatura, maestría, doctorado y posdoctorado. Sus intereses de investigación incluyen las áreas de reología, propiedades mecánicas y fisicoquímica de macromoléculas de aplicación alimentaria, interacción entre polisacáridos y tensioactivos, reología y mezclado mecánico de polvos alimentarios, conservación de alimentos por alta presión hidrostática y aprovechamiento de residuos lignocelulósicos. Es autor y coautor de numerosas publicaciones arbitradas publicadas en distintas revistas de circulación internacional. Ha escrito algunos libros completos, varios capítulos de libros y tiene varias patentes en colaboración con otros investigadores.



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

**“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”**

8-10 octubre 2025

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



Mesas Panel



Mesa Panel “Ciencia, industria y sociedad en la búsqueda de sostenibilidad”

Descripción de la mesa panel: Analizar la relación entre la academia, industria y sociedad en México en la búsqueda de un país sostenible.

PARTICIPANTES:

- **Dr. David Morales – Instituto de Química UNAM**



Semblanza ya presentada como conferencista magistral

- **Dr. José Quinatzin García Maldonado – CINVESTAV-Mérida**



Semblanza ya presentada como conferencista magistral



- **Dra. Viviana Reyes Marquez- Universidad Sonora**



Estudió la licenciatura Químico Biólogo con especialidad en análisis clínicos en 2004, la Maestría en Polímeros y Materiales en 2007 y el Doctorado en Ciencia de Materiales en 2012. Posteriormente realizó una estancia postdoctoral en el laboratorio de Química Inorgánica y Supramolecular en el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Desde 2015 es profesora de tiempo completo indeterminada adscrita al Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad de Sonora, campus Hermosillo donde imparte principalmente los cursos de Química Orgánica. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel 1 y posee el Reconocimiento a perfil deseable Prodep. Cuenta con la publicación de 28 artículos científicos, 3 artículos de divulgación científica y un libro. Ha sido responsable y ha colaborado en varios proyectos de investigación internos y con financiamiento, ha dirigido y asesorado tesis tanto de nivel licenciatura como de posgrado y ha impartido cursos y talleres de actualización para estudiantes y académicos, además ha participado como revisora de artículos de investigación para diversas revistas. Su línea de investigación se enfoca en la síntesis de ligantes (acíclicos y macrocíclicos) para su evaluación como sensores mediante los estudios en disolución con especies orgánicas e inorgánicas de interés biológico, así como en el estudio de su potencial aplicación biológica.

- **Dra. Andrea Bonilla Brunner – Empresa Bioplaster Mérida**



La Dra. Andrea Bonilla Brunner es licenciada en Nanotecnología e Ingeniería Molecular por la Universidad de las Américas Puebla (México), hizo una maestría en Medicina Molecular en la Universidad Sheffield, Inglaterra y se doctoró en la Universidad de Oxford en el departamento de física en donde desarrolló Materiales nanocompuestos para aplicaciones médicas. Durante el doctorado diseñó y desarrolló microelipsoides para la investigación clínica y académica. Regresó a México y combinó su pasión por la investigación con una oportunidad de negocio, crear materiales innovadores y sustentables a partir de algas marinas utilizando el sargazo como nueva materia prima.

Mesa Panel “Productividad industrial en un mundo sostenible”

Descripción de la mesa panel: Analizar la perspectiva de diferentes industrias y academia encaminadas a la creación de un mundo sostenible.

PARTICIPANTES:

- IIL Frida de Guadalupe Huertas Pech



Frida Huerta Pech es Ingeniera Industrial Logística y Maestra en Finanzas por la UADY. Docente de la Facultad de Ingeniería Química y desde 2011 ha laborado en GEPP como Supervisora de Transporte, Programadora de Producción y Distribución y actualmente como Coordinadora de Mejora y Productividad.



- **IB Raziel Cachón Herrera – SINBIO**



Ingeniero en Biotecnología por la UADY. Socio cofundador de la empresa Soluciones en Ingeniería y Biotecnología, SINBIO, encargada de ofrecer estrategias para la descontaminación del agua. Actualmente es consejero de Jóvenes Industriales en la CANACINTRA Yucatán, consultor de proyectos de innovación y miembro profesionalista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería.

- **MAO Jade López Gómez – Keken**



Ingeniero Industrial Logístico, con maestría en Administración de Operaciones, especializado en el área de calidad e inocuidad, con más 15 años de experiencia en la industria de alimentos como responsable del Sistema de Gestión de y cumplimiento regulatorio de sanidad e inocuidad alimentaria. Con conocimientos en BPM, HACCP, FSSC22000, BRC, Aseguramiento de calidad, Microbiología, Calidad de la carne y procesos. Ingeniero Industrial Logístico, con maestría en Administración de Operaciones, especializado en el área de calidad e inocuidad, con una trayectoria de más de 15 años en la industria de la carne como responsable de cumplimiento regulatorio de inocuidad para la exportación, logrando autorizaciones para exportar a más de 10 países



- **Dr. T. Keith Hollis (Mississippi State University)**



Dr. T. Keith Hollis, Professor of Chemistry, Department of Chemistry, Mississippi State University, obtained a B.A in Chemistry from Huntingdon College and a Ph.D. in Chemistry from The University of Chicago with Brice Bosnich. After a NIH postdoctoral fellowship with Larry Overman at UC, Irvine, he started his independent career, designing and developing next generation ligands to address the technological bottlenecks of challenges facing society in developing a sustainable future. He specializes in the synthesis of new molecules and materials with unique properties and function to address energy-efficiency, solar capture, improved synthetic methods, and better medicines. The original CCC-NHC pincer ligands developed by the Hollis group have many and varied applications from light emitters to catalysis. He has 3 issued patents and >70 peer-reviewed publications, along with a few book and encyclopedia chapters to his credit. He has been PI, CoPI, or senior investigator on millions of dollars in grant support. He remains active in teaching, research, and publishing along with starting a few companies. Today he continues leading-edge research into pincer complexes and enjoys translating the chemistry of nutrition and scientific grand challenges for the public. When not doing chemistry, he enjoys cycling, tennis, and yoga along with his grandchildren.



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

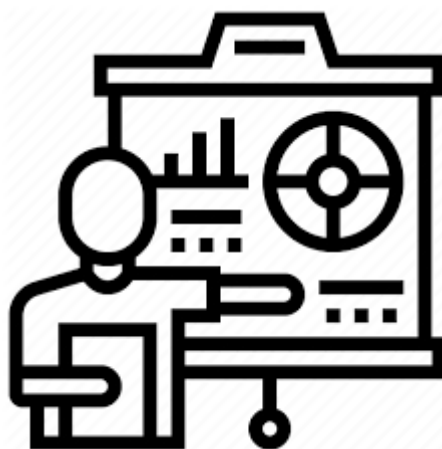
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma
de Yucatán Mérida, Yucatán



Programa Detallado de Ponencias de Investigación



Formato Cartel



Carteles de investigación



Miércoles 08 de octubre de 2025



14:30 – 16:00 h



Audiovisuales 1 y 2
Facultad de Ingeniería Química



Moderadora de sesión: Dra. Adriana Esparza Ruiz



ÁREA: Agroindustria sostenible (AGS)

ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
03_AGS	Determinación de Ácido Indol-3-acético (AIA) producido por el consorcio microbiano PM06-2 para su posible uso como biofertilizante	Franco Valencia Mauro Isidro, Serrano Gamboa Germán, Sánchez González Mónica Noel
05_AGS	Aislamiento y selección de hongos aislados de residuos lignocelulósicos de Yucatán para la producción de pectinasas extracelulares de interés industrial	Chan Catzin Liliana Jazmín, Burgos Rodríguez Evelyn Jocabed, Cáceres Pacheco Alan, Hernández Calderón Carlos, Lizama Uc Gabriel, Rivera Muñoz Gerardo, Solís Pereira Sara
08_AGS	Biopelículas a partir de almidón recuperado de residuos de semilla de <i>Tamarindus Indica</i>	Antonio Martínez Jesús, Pérez Pacheco Emilio, Carrera Figueiras Cristian, Pérez Padilla Yamile
10_AGS	Efecto del ácido ferúlico en la producción de peróxido y degradación de pericarpio del consorcio PM06-2	Herrera Villafañá Karen Gabriela, Mónica Noel Sánchez González
11_AGS	Evaluación de la actividad fitasa producida por el consorcio PM-06	Hoyos Vargas Gabriel Eduardo, Serrano Gamboa José Germán, Rivera Solís rodrigo Arturo, Sánchez González Mónica Noel
12_AGS	Bioprospección de microorganismos productores de fructanasas autóctonos de la de piña de henequén (<i>Agave fourcroydes</i>)	Bacelis Lara Héctor, Gallegos Tintoré Santiago Moisés, Sánchez González Mónica Noel

ÁREA: Moléculas y materiales funcionales

ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
02_MMF	Impacto de la humedad durante el proceso de activación en celdas solares de CdTe	Gordillo Deleón Francis Abigail, López Sánchez Adolfo, Mis Fernández Ricardo, Flores Cuevas Eduardo, Hoil Canul Edwin, Cabellos Quiroz José Luis, López Velázquez Khirbet
03_MMF	Síntesis y caracterización de CdO obtenido con extractos de hoja de papaya para su uso en procesos fotocatalíticos	Pérez Palma Marifer, González Chan Irving, Rosado Mendoza Miguel
04_MMF	On the effects of dispersion on the optical properties of black and blue phosphorene	Martínez Cruz Jennifer, Hoil Canul Edwin, López Velázquez Khirbet, López Sánchez Adolfo y Cabellos Quiroz José
08_MMF	Caracterización de Aerogeles de Celulosa Bacteriana Modificados con APTES: Ángulo de Contacto, Capacidad de Absorción y Estabilidad en Medio Acuoso	Domínguez Ochoa Sergio Diego, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Pérez Padilla Yamile, Carrera Figueiras Cristian
09_MMF	Diseño y caracterización de un andamio de PGS tratado con Miel de Yucatán para su potencial aplicación en regeneración de la piel	Soberanis Novelo Leslie Daniela, González Burgos Araceli, Carrera Figueiras Cristian, Martín Pat Gaspar Eduardo, Bacelis Jiménez Ángel, Rejón Víctor, Muñoz Rodríguez David, Ávila Ortega Alejandro, Sánchez Pech Julio César
10_MMF	Evaluación de la actividad antifúngica del péptido LLFFLK frente a cepas de interés microbiológico	Domínguez Razo Alejandra Noemi, Escalante Rendiz Diana Yamily, Segura Campos Maira Rubí, Rojas Herrera Rafael
11_MMF	Efecto del tratamiento térmico sobre la relación microestructura-dureza de aceros avanzados de alta resistencia para uso automotriz	Sanguino Cruz Ian Isamu, Espinosa Zúñiga Luis Alberto, Gutiérrez Castañeda Emmanuel José
12_MMF	Detección de resistencia a vancomicina de cepas de <i>Pediococcus</i> aisladas de ambientes salinos	Santini Peralta Alexandra, Sánchez González Mónica Noel, González-Burgos Araceli, Serrano Gamboa José Germán
14_MMF	Caracterización de membranas compuestas de Polidimetilsiloxano, 3-cianopropiltrietoxisilano y trietoxifenilsilano	Fernández Cimé María Fernanda del Carmen, Sulub-Sulub Rita, Pérez Padilla Yamile



15_MMF	Estrategia de pretratamiento para el análisis colorimétrico de cumafós y clorpirifós en miel de <i>Apis mellifera</i> por reacción con 4-(4-nitrobencil) piridina	Azcorra Andrade Alfonso Emiliano, Muñoz Rodríguez David, Lope Navarrete Mariela, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Moguel Ordoñez Yolanda Beatriz
19_MMF	Desarrollo de membranas PET modificadas con sargazo y óxido de cobre para la remoción de tintes azoicos	Espadas Rodríguez Brad Valentino, González Chan Irving Josué
21_MMF	Estudio cinético de la extracción por sorción de ivermectina con agitadores magnéticos	Aguilar Tzec Josué Ariel, Muñoz Rodríguez David, Baz Rodríguez Sergio Antonio
23_MMF	Estudio Preclínico de la Mezcla de Benznidazol con Óxido de β -cariofileno en Modelos Murinos de Infección Crónica con <i>T. cruzi</i>	López López Luis Pablo, Polanco Hernández Glendy Marilú, Arana Argáez Víctor Ermilo, Acosta Viana Karla Yolanda, Villa de la Torre Fabiola Elizabeth
24_MMF	Caracterización fisicoquímica y electroquímica de electrodos secos impresos en 3D para su potencial aplicación en dispositivos biomédicos	Uc Cayetano Erbin, Dzul Vázquez Adrián, Sánchez Paz Joel, Pacheco Pantoja Elda
25_MMF	Preparación y caracterización de películas compuestas de alcohol polivinílico con partículas de testa de <i>pouteria sapota</i>	García Cano Aileen Montserrat, González Robertson Ana Galia, Correa Durán Mónica Stephen, Pérez Padilla Yamile
26_MMF	Efecto de la potencia del plasma de aire en la modificación superficial de andamios elaborados a base de PGS	Pat May Juan Daniel, Sánchez Pech Julio Cesar, Martín Pat Gaspar Eduardo, Bacelis Ángel, Juárez Moreno Juan, Carrera Figueiras Cristian, Rejón Víctor, Pérez Padilla Yamile, Ávila-Ortega Alejandro
28_MMF	Evaluación del efecto inhibitorio del compuesto metal-orgánico MOF-5 sobre un consorcio nitrificante.	Abraham Arzola Cruz Gabriel R. Hernández-Martínez, Gener Méndez, Susana Rincón Arriaga, Juan Enrique Ruiz Espinoza, Alejandro Zepeda
31_MMF	Evaluación de la eficiencia de haloisita y tiolato de potasio como adsorbentes para la remoción de litio y níquel de soluciones acuosas: influencia del pH	Legarda Contla Elissa, Esparza Ruiz Adriana, Barrón Zambrano Jesús Alberto
32_MMF	Encapsulación y liberación focalizada de vinorelbina en nanopartículas paramagnéticas de $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ funcionalizadas con poli (β -amino éster)	May Álvarez Regina Sairé, Ávila Ortega Alejandro, Juárez Moreno Juan Antonio
37_MMF	Obtención de hidrocarbón y zeolita, potenciales precursores para la síntesis de materiales híbridos	Bojórquez Arjona Jeimy, Abdellaoui Youness, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Gutiérrez Ramírez Rodrigo, Baz Rodríguez Sergio, Esparza Ruiz Adriana



41_MMF	Síntesis de compuestos de coordinación de plata(I) y cromo(III) del ácido 2-bencimidazol propiónico	Tenorio Olvera Abigail Silem, López Sandoval Horacio, Barba Behrens Norah, Esparza Ruiz Adriana
42_MMF	Validación fitoquímica de Bauhinia, un legado de la medicina tradicional	Caamal Alonzo Zabdiel Julieth Guadalupe, Ramírez Benítez José Efraín, Garza Ortiz Ariadna
43_MMF	Fitoquímica de Algas Marinas como Alternativa Sostenible de la Industria del Futuro	Canche Cauich Fredy Oziel, Castellón Piña Yulissa, Maldonado Montiel Teresita del Nino Jesús, Garza Ortiz Ariadna
44_MMF	Caracterización de la composición química en la piel de la tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) y expresión génica de colágeno tipo I y factores de regeneración tisular durante tres diferentes estadios	Nilma Carolina Tapia Pérez, Reyna Cristina Collí Dulá, Héctor Arturo Peniche Pavia, Roberto Zamora Bustillos, Juan José Sandoval Gío
45_MMF	Implementación y estandarización de un protocolo reproducible y eficiente para la descarbonatación de sedimentos marinos	Ayala Gutiérrez Santiago E., Ayala Gutiérrez Roberto Adolfo, González Gómez Willian Santiago, Peniche Pavia Héctor Arturo, Collí Dulá Reyna Cristina

ÁREA: Productividad e innovación industrial

08_PII	Automatización low-code para la recopilación de datos: Una solución con Microsoft Power Automate	Guzmán Manuel Sagrado de Jesús, Morales Mendoza Luis Fernando, Monsreal Barrera Ileana, Hernández Vázquez Mellado Francisco
23_PII	Tiempo de retención en un pasteurizador de doble tubo de escala laboratorio	Tzec Frías Erik Omar, Gijón Arreortúa Ixchel
25_PII	Diagnóstico preliminar de los procesos comerciales y logísticos de la empresa abarrotera	Carrillo Guzmán Rodrigo, Monsreal Barrera Ileana Camila, Chamorro Rodríguez Braulio Daniel
27_PII	Consumo de energía, propiedades físicas y de flujo en la molienda de los alimentos	Pérez Hernández Rubicelia, Coyoc Noh Kenya, Gijón Arreortúa Ixchel
28_PII	Diagnóstico de la problemática del tren de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil	Bello-Aguilar Alix Marely, Castañeda-Pérez Eduardo



Carteles de investigación



Jueves 9 de octubre de 2025



14:30 a 16:00 h



Audiovisuales 1 y 2
Facultad de Ingeniería Química



Moderadora de sesión: Dra. Adriana Esparza Ruiz



ÁREA: Alimentación y salud

ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
01_AS	Indicadores visuales biodegradables para monitoreo de frescura cárnica	Martín Calderón Elsy Verónica, Canto Pinto Jorge Carlos, Chim Chi Yasser Alejandro, Ortiz Fernández Alejandro, Dzul Cervantes Mario Adrián de Atocha, Pérez Pacheco Emilio, Cetina López Wendy Argentina de Jesús
02_AS	Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el desarrollo de biopelículas celulósicas con aplicación en biomedicina	Pech Vera Erika del Carmen, Dzul Vázquez Adrián de Jesús, Pérez Pacheco Emilio, Ríos Soberanis Carlos Rolando, Chim Chi Yasser Alejandro, Ortiz Fernández Alejandro, Canto Pinto Jorge Carlos, Dzul Cervantes Mario Adrián de Atocha
06_AS	Evaluación antioxidante in vitro de extractos de cáscara de Opuntia robusta (nopal)	Sosa-Crespo Irving, Chel-Guerrero Luis, Betancur-Ancona David, Vioque-Peña Javier, Jiménez-Martínez Cristian, Gallegos-Tintoré Santiago
07_AS	Caracterización metabolómica y potencial nutracéutico del fruto de <i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem	Medina Dzul Kati, Sánchez Mario, Ovando Martínez Maribel, León Soqui Daniel, Molina Domínguez Claudia
09_AS	Análisis bromatológico de la harina de Pepino Kat (<i>Parmentiera Aculeata Seem</i>) para su revalorización como fruto subutilizado	Dzul Cervantes Mario Adrián de Atocha, Poot Can Susana Noemí, Poot Can Andrea de los Ángeles, Turriza Haas Gladis Aracely, Pacheco López Neith, López Martín Héctor, Jiménez Morales Karina, Nahuat Dzib Sara

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro sostenible”

8-10 octubre 2025

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



ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
		Luz, Moreno Vázquez Didier René, Pech Cohuo Soledad Cecilia
13_AS	Química de cálculos renales y su relación con factores de riesgo en Yucatán	Esparza Herrera David Emmanuel, Muñoz Rodríguez David, Cruz May Teresa Noemi, Quintana Owen Patricia, Flores Tapia Juan Pablo
15_AS	Perfil metabólico del fruto de <i>Psidium guajava</i> L. (guayaba)	Chan Zapata Iván Humberto, Uuh Narváez Jonatan Jafet, Guerrero Analco José Antonio, Monribot Villanueva Juan Luis, Segura Campos Maira Rubí
16_AS	Análisis del perfil químico de <i>Raphanus sativus</i> L. (rábano) a través de métodos metabolómicos	Chan Zapata Ivan Humberto, Uuh Narváez Jonatan Jafet, Guerrero Analco José Antonio, Monribot Villanueva Juan Luis, Segura Campos Maira Rubí
17_AS	Estudio mecanístico in vitro de la actividad inhibitoria de <i>Psidium guajava</i> L. sobre enzimas reguladoras de la glucemia postprandial	Uuh Narváez Jonatan Jafet, Chan Zapata Iván Humberto, Segura Campos Maira Rubí
19_AS	Diagnóstico de cáncer de mamá mediante machine learning	Jiménez Durán Camila Fabiola, Blas Homa Graciela María
21_AS	Incorporación de compuestos fenólicos obtenidos de las pérdidas de mango y aguacate en tortillas de maíz	Castañeda-Pérez Eduardo, Chan-Dzib Yesica Anahí, Hernández-Martínez Diana Maylet, Pacheco-López Neith y Betancur-Ancona David
25_AS	Estudio de la actividad antiinflamatoria del extracto de flores de <i>Lonchocarpus longistylus</i> en macrófagos peritoneales murinos	Puc Reyes Gerardo Iván, Arana Argáez Víctor Ermilo, Villa de la Torre Fabiola Elizabeth, Martínez Rizo Abril Bernadette
26_AS	Evaluación citotóxica y toxicológica de los extractos orgánicos de hoja de <i>Lonchocarpus longistylus</i> y <i>Caesalpinia gaumeri</i>	Tiburcio Pacheco Ángela, Novelo Palomino Litzy, Borges Argáez Rocío, Martínez Rizo Abril, Arana Argáez Víctor, Ruiz Ciau Durcy, Martín Quintal Zhelmy, Villa de la Torre Fabiola
28_AS	Evaluación de la actividad antibiótica de bacterias marinas de la microbiota de <i>H. floresii</i> sobre patógenos	Chong Que José Daniel, Serrano Gamboa José Germán, González Burgos Araceli, Sánchez González Mónica Noel



ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
29_AS	Condiciones para la extracción enzimática de compuestos fenólicos del fruto de ciricote verde (<i>Cordia Dodecandra</i> A. DC)	Jiménez-Morales Karina, Pech-Cohuo Soledad Cecilia, Ayora-Talavera, Teresa, Cuevas-Bernardino Juan Carlos, Pacheco-López Neith
30_AS	Automedicación universitaria en el programa de biología, un reto para la salud	Damas Cicler Mareli Maybelin, López Alcántara Ruth, Esparza Ruiz Adriana, Garza Ortiz Ariadna

ÁREA: Energía y medio ambiente

ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
06_EMA	Tallo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.): biomasa potencial para la producción de bioetanol de segunda generación	Maldonado Díaz José Roberto, Tapia Tussell Raúl, Olguín Maciel Edgar
09_EMA	Evaluación de la actividad lipolítica de un consorcio proveniente del suelo de una granja avícola de Yucatán	Arjona Neri César Eduardo, Rivera Solís Rodrigo Arturo, Sánchez González Mónica Noel
11_EMA	Entre cultura y tradiciones: La vivienda como patrimonio vernáculo en la Península de Yucatán	Peraza Góngora Jhonny Martin, Ríos Soberanis Carlos Rolando, Ávila Ortega Alejandro, Carrera Figueiras Cristian
23_EMA	Diferencias químicas y morfométricas entre poblaciones nativas y recientemente colonizadas de <i>Euglossa viridissima</i>	Aragón Pech Rosendo Arturo de J, Muñoz Rodríguez David, Quezada Euán José Javier G.
25_EMA	Efecto de las nanopartículas de níquel cero valente en los sistemas hidrogenogénicos-metanogénicos acoplados	Estrella León Carlos Jesús, Ruiz Espinoza Juan Enrique
31_EMA	Situación actual en la gestión de residuos sólidos y aguas residuales domésticas en comunidades costeras del Golfo de México	Aguilera Cauich Erick Alberto, Martin López Mariana, Rojas Herrera Rafael, Cabañas Vargas Dulce Diana
33_EMA	Efecto toxicológico de extractos acuosos de sargazo fresco y en descomposición en organismos modelo: Danio rerio y Daphnia magna	Arceo Avalos Ana Paula, Collí Dulá Reyna Cristina, Pacheco Pavía Héctor Arturo



ÁREA: Investigación en terapia celular

ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
01_ITC	Diseño y evaluación in silico de una terapia de knockout con CRISPR contra TERT para cáncer de pulmón	Sabido Tzec Paula Miranda
05_ITC	Diseño in silico de un siRNA candidato para su aplicación en terapia génica para el tratamiento del acné vulgar.	Arjona Neri César Eduardo, Rivera Solís Rodrigo Arturo, Rojas Herrera Rafael
08_ITC	La reprogramación celular mediante moduladores de cromatina induce adipogénesis en células de la pulpa dental	Flores Cime Helena Yolanda, Carrillo Cocom Leydi Maribel, Nic Can Geovanny Irán



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

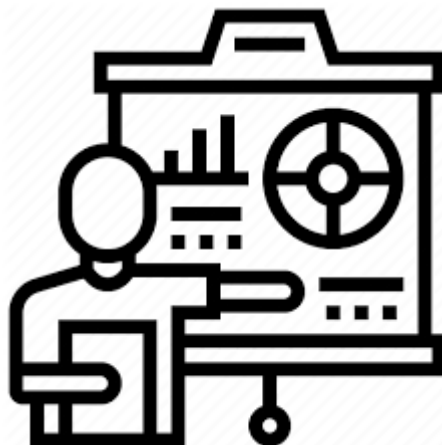
“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Formato Ponencia Oral





Presentaciones orales presenciales



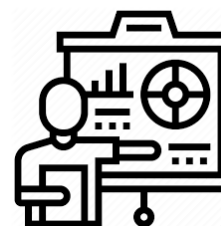
Miércoles 08 de octubre de 2025



16:00-18:00 h



Sala 1: Facultad de Ingeniería | Audio 1



Moderadora: Dra. Leidy Maribel Carrillo Cocom

ÁREA: Alimentación y salud; Agroindustria sostenible

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
16:00 – 16:15 h	18_AS	<i>Raphanus sativus</i> L.: Elucidación de su mecanismo de inhibición <i>in vitro</i> en enzimas que modulan la digestión de carbohidratos	Uuh Narváez Jonatan Jafet, Chan Zapata Iván Humberto, Segura Campos Maira Rubí
16:15 – 16:30 h	10_AS	Amaranto, quinoa y chía: potenciales fuentes sostenibles de péptidos bioactivos con actividad multifuncional	Valenzuela Zamudio Francisco, Rojas Herrera Rafael, Negrete León Elizabeth, Acevedo Fernández Juan José, Segura Campos Maira Rubí
16:30 – 16:45 h	03_AS	Potencial inhibitorio de α -amilasa y α -glucosidasa de extractos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) de Yucatán y sus derivados	Huitz Segovia Francisco Alejandro, Segura Campos Maira Rubí, Sánchez González Mónica Noel, Uuh Narváez Jonatan Jafet
16:45 – 17:00 h	20_AS	Supervivencia de <i>Limosilactobacillus reuteri</i> DSM 17938 cultivada en caldo de avena malteada suplementado con citrato de zinc durante una simulación de digestión <i>in vitro</i>	Linares Morales José Rafael, Nevárez Morillón Guadalupe Virginia, Salmerón Ochoa Iván
17:00 – 17:15 h	04_AGS	Obtención de películas compuestas a base de PP-Paligorskita modificada con potencial de uso en techos de invernaderos	Josué Francisco Chi Caballero, Ángel de Jesús Montes Luna, Pedro Iván González Chi, Manuel de Jesús Aguilar Vega

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
17:15 – 17:30 h	07_AGS	Extracción de celulosa obtenida de la cáscara de cacao como potencial material encapsulante de polifenoles	Gamboa Pino, Mizar Jocelin, Pech López Hilda Yaroslavi
17:30 – 17:45 h	09_AGS	Extracción de sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz para su evaluación como material de refuerzo en el fibrocemento	Pech López Hilda Yaroslavi, Gamboa Pino Mizar Jocelin, Hincapié Rojas Daniel Fernando
17:45 – 18:00 h	13_AGS	Estudio exploratorio del contenido de etanol en la pulpa de la <i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum en Yucatán, México	Koh Echeverría Luis Eduardo, Amado Méndez Keydis, Ramos Reyes Sarah Jeanette, Díaz Ballote Luis Felipe de Jesús, Herrera Zamora Dallely Melissa



Presentaciones orales presenciales



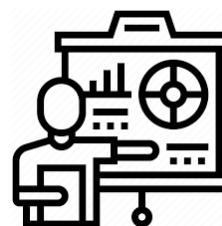
Miércoles 08 de octubre de 2025



16:00-17:45 h



Sala 2: Facultad de Ingeniería | Audio 2



Moderadora: Dra. Claudia Araceli Ruiz Mercado

ÁREA: Energía y medio ambiente, Productividad e innovación
industrial e Investigación en terapia celular

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
16:00 – 16:15 h	04_EMA	Caracterización electroquímica de supercapacitores ensamblados con electrodos a base de cemento y carbón	Reyes Gutiérrez Maximiliano, Pérez Zamora Ángel Mauricio, Reveles Miranda María Guadalupe, Cruz Morales Víctor, Pacheco Catalán Daniella Esperanza
16:15 – 16:30 h	16_EMA	Respuestas transcriptómicas de Picochlorum renovo a cambios en zinc y salinidad	Natalia Parra, Juan D. Tibocho-Bonilla, Marcus S. Bray, Michael T. Guarnieri, Alejandro Zepeda, Karsten Zengler, Diego Tec-Campos
16:30 – 16:45 h	27_EMA	Proyecto: Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México. Aplicación de la ciencia, la ciencia ciudadana y la tecnología en el cuidado de los ecosistemas costero-marinos del Golfo de México	García Martínez Margarita, Gold Bouchot Gerardo, Garzón Sosa Sergio, Rosales Ángeles Fabiana, Bustamante Avendaño Ana Karen
16:45 – 17:00 h	28_EMA	Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados en la restauración de manglares: avances y lecciones aprendidas en el Golfo de México	Gudiño-Elizondo Napoleón, López-Portillo Jorge, Lara-Domínguez Ana Laura, Pérez-Ceballos Rosela, Zaldivar-Jiménez Arturo

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
17:00 – 17:15 h	03_PII	Reducción de tiempos y costos en la producción de maquinaria agroindustrial mediante la implementación de herramientas Lean y análisis de KPI's	Monroy Vázquez Luis Fernando, Contreras Segovia Rodolfo Antonio, Vázquez Mayorga Vianney Isela, Cruz Morales Víctor
17:15 – 17:30 h	04_PII	Mejora de la satisfacción del cliente y reducción de pérdidas por devoluciones mediante la calidad del producto y la trazabilidad, aplicando la metodología TQM y el Ciclo PDCA en Dipay	Rabago Lainez Valentina, Quintanilla Fernández Enrique
17:30 – 17:45 h	14_EMA	Verificación de la relación caudal-pérdida de carga en un dispositivo hidráulico didáctico mediante comparación con un modelo existente	Carrillo Martínez Georgina Elizabeth, Bote Caamal Rogelio Daniel, Espadas Sánchez Paola



Presentaciones orales presenciales



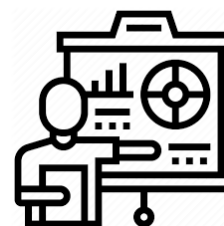
Miércoles 08 de octubre de 2025



16:00-17:45 h



Sala 3: Facultad de Ingeniería |
Oscar González Cuevas “A”



Moderador: Dr. Erick Alberto Aguilera Cauich

ÁREA: Productividad e innovación industrial

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
16:00 – 16:15 h	05_PII	Optimización Avanzada de la Distribución de Planta Integrando la Planificación Sistemática de Distribución (SLP), el Programa de Diseño de Distribución Automatizada (ALDEP) y las Técnicas CRAFT para una Mayor Eficiencia en HI-FIL Pinturas del Sureste.	Torres García Edgar Fabián, Rosas Cadena Angelly Michelle
16:15 – 16:30 h	06_PII	Gestión normativa y análisis de riesgos como estrategia preventiva para la seguridad industrial en Design Express	Pagaza Sandoval Danna, Ramos Gutiérrez Dilva Aracely
16:30 – 16:45 h	07_PII	Descubriendo la ubicación de paraderos con análisis de transacciones de transporte público mediante clustering	G Cantón Puerto Daniel, González Contreras Mauricio Antonio, López Flores René
16:45 – 17:00 h	09_PII	Mejorar el área de almacén utilizando el pronóstico de inventarios y el método abc en petco	Salcedo Valenzuela Cesar Damian, Arias Dimitracopoulos Jair, Vázquez Mayorga Vianney Isela, Cruz Morales Víctor
17:00 – 17:15 h	10_PII	Mejora de la Eficiencia en el Proceso Operativo de Almacenamiento Mediante un Análisis de Flujo de Trabajo en el Almacén Principal de la Empresa Multi E	Colin García Ivanna, Angulo Diaz Kateryn, Cruz Morales Víctor

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
17:15 – 17:30 h	12_PII	Mejorar la eficiencia en la productividad de la línea de producción para Puratos usando los pilares TPM, análisis de datos con Power Bi e inventariando las piezas críticas de repuesto	Rosales Hernández Natalia Roxana, Márquez Febles Patricio Jesús, Vázquez Mayorga Vianney, Cruz Víctor
17:30 – 17:45 h	13_PII	Dashboard para la toma de decisiones basado en datos de abordaje en la ruta periférico del sistema de transporte “Va y Ven”	Aldana González Joel, Martínez Isidro Paulina, G Cantón Puerto Daniel, Monsreal Barrera Ileana Camila, Chan Pavón Miriam



Presentaciones orales presenciales



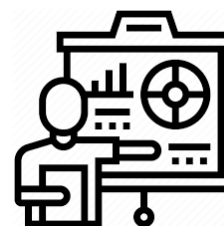
Miércoles 08 de octubre de 2025



16:00-17:45 h



Sala 4: Facultad de Ingeniería |
Oscar González Cuevas “B”



Moderador: Dr. Jesús Alberto Barrón Zambrano

ÁREA: Moléculas y materiales funcionales

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
16:00 – 16:15 h	01_MMF	Modificación estructural de quinonas aisladas del Aloe vera y su evaluación antiviral contra dengue	Aguiar Pech Julio, Puerta Guardo Henry, Borges Argáez Rocío
16:15 – 16:30 h	06_MMF	Síntesis de nanopartículas de cobre y la comprobación de su efecto antimicrobiano	Téllez Girón López Josué Ricardo, Gualos González Juan Carlos, Gordillo Deleón Francis Abigail, Martínez Cruz Jennifer Amandy, Hernández Hernández José Domingo, Hoil-Canul Edwin, Roque-Romero Linnet
16:15 – 16:30 h	07_MMF	Evaluación de las propiedades de ZnO dopado con sodio y potasio obtenido a través del extracto de la naranja agria	Gamboa Sosa Jazmín María, González Chan Irving Josué, Ruiz Ciau Durcy Verence
16:30 – 16:45 h	13_MMF	Sulfonación y caracterización de una polisulfona comercial (UDEL®-3500) para la preparación de membranas densas	Uitz Hu Francisco Javier, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Pérez Padilla Yamile
16:45 – 17:00 h	16_MMF	Correlación teoría-experimento en la conductividad eléctrica de nanocompuestos poliméricos con nanotubos de carbono	Ayala Ruano Arturo Sebastián, Oliva Avilés Andrés Iván
17:00 – 17:15 h	29_MMF	Remoción de sulfametoxazol del agua mediante adsorción en régimen estacionario empleando carbón activado	Gómez Libonatti Cristian Abner, Ocampo Pérez Raúl, Zitlalpopoca Soriano Ángel

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
			Guillermo, Baz Rodríguez Sergio Antonio
17:15 – 17:30 h	18_MMF	Influencia del estado de dispersión de nanotubos de carbono en las propiedades eléctricas de nanocompuestos a través de simulaciones computacionales	Canché Martín Juan Alberto, Oliva Avilés Andrés Iván
17:30 – 17:45 h	22_MMF	Producción de metabolitos funcionales en tomate bajo estrés biótico: el papel sinérgico de las micorrizas y los insecticidas	Vela Solís Ramón Jesús, Medina Dzul Kati Beatriz, Ballina Gómez Horacio Salomón, Ruiz Sánchez Esaú, Ruiz Santiago Roberto Rafael



Presentaciones orales presenciales



Jueves 09 de octubre de 2025



11:30-13:45 h



Sala 1: Facultad de Ingeniería | Audio 1



Moderador: Dr. Cristian Carrera Figueiras

ÁREA: Moléculas y materiales funcionales, Productividad e innovación industrial

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
11:30 – 11:45 h	30_MMF	Caracterización de Medios Sorbentes para la Técnica FPSE con Recubrimiento de PDMS-CIANO	López Chan Diana Lin-yu, Muñoz Rodríguez David, Pérez Padilla Yamile
11:45 – 12:00 h	33_MMF	Síntesis y estudio estructural de N-[2-(1H-bencimidazol-2-il)fenil]amidas sustituidas	Campos Ojeda Alberto, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Gumersindo Mirón López, Jimmy Josué Ceballos Cruz, Marrero Carballo Rubén, Esparza Ruiz Adriana
12:00 – 12:15 h	35_MMF	ELAYA SMILES: Herramienta computacional para la conversión, visualización y análisis molecular a partir de notación SMILES	Vidales Ayala Gabriela Yasmin, Merino Hernández José Gabriel, Ortiz Chi Filiberto
12:15 – 12:30 h	36_MMF	Estudio de sulfonamidas derivadas de 2-(1H-bencimidazol-2-il)-anilina, síntesis y caracterización	Sánchez Meza Alfonso Fabián, Jesús Alberto Barrón Zambrano, Gumersindo Mirón López, Jimmy Josué Ceballos Cruz, Adriana Esparza Ruiz, Rubén Marrero Carballo
12:30 – 12:45 h	38_MMF	Estudio estructural de compuestos de coordinación de cobre (II) mono, di y tetra nucleares con ligantes derivados de 5-nitroimidazol con posible actividad biológica	Barrales Hernández Jesús Eduardo, Navarro Peñaloza Rubí, Barba Behrens Norah

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
12:45 – 13:00 h	39_MMF	Influencia de los contraiones cloruro, nitrato y acetato en la geometría de compuestos de cobre (II) con ornidazol	Garza Plazas José Miguel, Navarro Peñaloza Rubí, Barba Behrens Norah
13:00 – 13:15 h	40_MMF	Síntesis de compuestos de Ag(I) con derivados de imidazol, con posible actividad biológica.	Torres Gutiérrez Carolina, Barba Behrens Norah
13:15 – 13:30 h	14_PII	Mejora del desempeño del proceso de organización de telemarketing y eficiencia en las ventas a través de la metodología PDCA	Correa Pavón Marina, Corrales Loustalot Laclette Ximena, Cruz Morales Víctor
13:30 – 13:45 h	17_MMF	Determinación computacional de la ruta biogenética de las cheiloclina A-I a través de métodos multiescala	Briceño-Vargas Flor María, Mirón-López Gumersindo, Quijano-Quñones Ramiro F.



Presentaciones orales presenciales



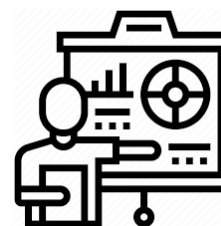
Jueves 09 de octubre de 2025



11:30-13:45 h



Sala 2: Facultad de Ingeniería | Audio 2



Moderador: Dr. René López Flores

ÁREA: Productividad e innovación industrial

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
11:30 – 11:45 h	16_PII	Buscando la eficiencia y adaptarse a las nuevas instalaciones aplicando Manufactura Esbelta en Construcciones Verticales	Cortes Duran Ricardo, Walker Laviada Diego, Cruz Morales Víctor, Vázquez Mayorga Vianney
11:45 – 12:00 h	17_PII	Optimización del proceso de producción y empaque de racks mediante la metodología 8D en Bohn	Espinosa Cetina Alejandro, Cruz Morales Víctor
12:00 – 12:15 h	18_PII	Mejora de la gestión de inventario de herramientas y equipos en STEELEX	Flores Álvarez José Antonio, Hoppe Bellegarrigue Marianne, Cruz Morales Víctor, Vázquez Mayorga Isela
12:15 – 12:30 h	19_PII	Selección de un Método de Optimización para el Perfil de Calor en un Reactor Batch: Un Enfoque Práctico con MATLAB	Carballo Vázquez Leilani Elizabeth, García Sigales Bryand Javier, Zavala Carballo Moisés de Jesús, Córdova Quiroz Atl Víctor
12:30 – 12:45 h	20_PII	Estudio sobre el flujo de trabajo y análisis de productividad para la estandarización y reducción de pérdidas en facturación logística, en la empresa F2F Transport	Víctor Cruz Morales, Carlos Xavier Chulim Caballero, Héctor Arturo Ríos y Valles Stout
12:45 – 13:00 h	21_PII	Optimizar el Flujo de Producción por medio del Sistema de Costura Toyota en los Módulos de Ensamble en Operadora Ganso Azul	Valenzuela Leiva Gabriela María, Restrepo Gómez Juan Camilo, Cruz Morales Víctor

11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
13:00 – 13:15 h	26_PII	Identificación de mecanismos de falla en materiales compuestos de HDPE reforzado con fibra de henequén mediante monitoreo de emisión acústica: influencia de la modificación superficial de la fibra	Anaya Ramírez Roberto Carlos, Ríos Soberanis Carlos Rolando, Herrera Franco Pedro Jesús
13:15 – 13:30 h	29_PII	Diagnóstico de los procesos de manufactura para la reducción del lead time en una empresa textil	Pérez Ortiz Carolina Isabel, Gudiño González Guillermo Rafael, Martínez Isidro Paulina, López Flores Rene
13:30 – 13:45 h	02_PII	Análisis de producción más limpia en un sistema de aire acondicionado tipo Chiller que opera en una zona cálida húmeda costera de México	Sánchez Ramos Carlos, Jiménez Rodríguez David, Ruiz Rodríguez Celina



Presentaciones orales en línea



Jueves 09 de octubre de 2025



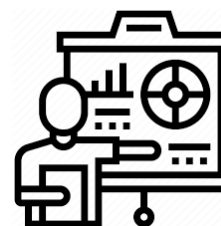
11:30-13:30 h



Sala 3: Facultad de Ingeniería |
Oscar González Cuevas “A”



[Ver en vivo](#)



Moderador: Dr. Julio César Sacramento Rivero

ÁREA: Productividad e innovación industrial

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
11:30 – 11:45 h	12_EMA	Fibras de TiO ₂ -WO ₃ producidas por electrohilado: degradación de contaminantes mixtos y evaluación de impacto ambiental	Badillo Morales Adrián Gustavo, Cerna Cortez Jorge Raúl, Morales Lara Laura, Córdova Pérez Gerardo Enrique, Castillejos Mosqueda Sandra Leticia, Esquina Arenas Gabriela, Linares Campos Aurora, Rosas Licon Paloma Montserrat, Licon Ibarra María Luisa Roxana.
11:45 – 12:00 h	13_EMA	Estimulación del enraizamiento de <i>Pinus greggii</i> var. australis con promotores agroquímicos y orgánicos	Pérez Luna Alberto, López Upton Javier, Soto Cervantes Jesús Alejandro, Salcido Ruíz Silvia, Madrid Aispuro Rosa Elvira
12:00 – 12:15 h	18_EMA	Medición de conductividad térmica de un composito base poliestireno y carbonato de calcio recuperado	Gisell Guadalupe García Martínez, Eliel García Rivera, Ana Roselyn Pérez Méndez, Rogelio Arroyo Cruz, David Reyes González
12:15 – 12:30 h	19_EMA	Modelo termodinámico de solubilidad de CO ₂ en salmueras de NaCl concentradas como estrategia de CCS	Arroyo Acosta David, Reyes González David, Rodríguez Martínez Guadalupe, Sosa y Durán Ana Lilia, Morales Juárez Silvia Patricia
12:30 – 12:45 h	24_EMA	Evaluación citotóxica de ceniza de neumático de desecho en el biomodelo <i>allium sativum</i>	Linares Campos Aurora, Cerna Cortez Jorge Raúl, Rubio Rosas Efraín, Badillo Morales Adrián Gustavo, Rosas Licon Paloma Montserrat, Alatraste Bueno Victorino Gilberto Serafín.
12:45 – 13:00 h	32_EMA	Diseño del sistema de puesta a tierra en edificio de tecnología de la	Lezama Zarraga Francisco Román, Shih Meng Yen, Chan González Jorge



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
		información en una institución de educación superior	De Jesús, Huchin Miss Mauricio Iván, Salazar Uitz Ricardo Rubén

ÁREA: Investigación en terapia celular

13:00 – 13:15 h	07_ITC	Estudio de inducción de la reprogramación celular mediante la sobreexpresión de reguladores epigenéticos en células troncales de la pulpa dental	Ulibarri Viniegra Valeria, Flores Ponce Xóchitl, Velasco Velázquez Iván, Carrillo Cocom Leydi M., Nic Can Geovanny I.
13:15– 13:30 h	09_ITC	Evaluación citotóxica preliminar del extracto metanólico de las hojas de <i>Melicoccus oliviformis</i> (Kunth)	Suárez Casanova Gillian, Carrillo Cocom Leydi, Arroyo Herrera Ana Ly, Borges Argaez Rocío, Arana Argaez Víctor y Villa de la Torre Fabiola



Presentaciones orales en línea



Jueves 09 de octubre de 2025



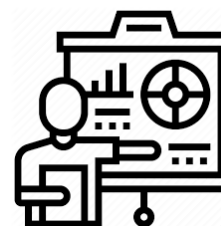
11:30 – 14:00 h



Sala 4: Facultad de Ingeniería |
Oscar González Cuevas “B”



[Ver en vivo](#)



Moderador: Dr. Erick Alberto Aguilera Cauich

ÁREA: Alimentación y Salud

HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
11:30 – 11:45 h	04_AS	Efecto antioxidante de extractos del fruto de Guamuchil (<i>Pithecellobium dulce</i>) en carne molida de res.	Martínez Martínez Yaneisy Yedani, Oropeza Arellano Jaqueline Denisse, Aguila Gonzáles María Fernanda, Bravo Alonso Alessandra Sofía, Soto Castro Delia, Guadarrama Mendoza Paula Cecilia, Villalobos Delgado Luz Hermila.
11:45 – 12:00 h	05_AS	Estabilidad oxidativa en carne de res para hamburguesas con extracto de Garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>)	"Oropeza Arellano Jaqueline Denisse, Martínez Martínez Yaneisy Yedani, Jiménez Pacheco Erika, López Ríos Ana Karen, Soto Castro Delia, Guadarrama Mendoza Paula Cecilia, Villalobos Delgado Luz Hermila
12:00 – 12:15 h	08_AS	Coacervación compleja a partir de aislado de proteína de suero de leche y κ -carragenina asistida por ultrasonido de alta intensidad para el desarrollo de un postre tipo natilla bajo en calorías	Hernández-Zenteno Jhovanny, Vargas-Castro Sara Abigail, Ruiz-López Irving Israela, Ruiz-Espinosa, Héctor
12:15 – 12:30 h	11_AS	Mejoramiento del proceso de fermentación para la producción de cerveza probiótica baja en alcohol a partir de avena malteada fermentada con <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> variedad bouldarii	Quiñonez Núñez Lizeth Vanesa, Linares Morales José, Salmerón Ochoa Iván, Márquez Meléndez Rubén



HORARIO	ID	NOMBRE PONENCIA	Autores
12:30 – 12:45 h	14_AS	Efectos diferenciales de la capsaicina y del AMG9810 sobre la función espermática de ratón CD-1	Rosas Licona Paloma Montserrat, Alatraste Bueno Victorino Gilberto Serafín, Morales Lara Laura, Linares Campos Aurora, Cerna Cortez Jorge Raúl, Licona Ibarra María Luisa Roxana, Badillo Morales Adrián Gustavo, Gonzales Ibarra Dan
12:45 – 13:00 h	22_AS	Modelado cinético de la autohidrólisis de la fracción de hemicelulosa del bagazo de caña de azúcar	Carrales-Briones Jorge R., Ruiz Héctor A., Rodríguez-Jasso Rosa M.

ÁREA: Agroindustria sostenible

13:00 – 13:15 h	01_AGS	Ultrasonido de alta intensidad y complejos proteína-polisacárido con caseína micelar y β -glucano para mejorar la recuperación de proteínas séricas de suero dulce y ácido	Vargas-Castro, Sara Abigail, Ruiz-López, Irving Israel, Ruiz-Espinosa, Héctor
13:15 – 13:30 h	02_AGS	Modelo de optimización para la distribución de última milla en cadenas de valor agroalimentarias con enfoque en resiliencia y sostenibilidad	Moncada Bermúdez Katherin, Escalante Euán Jesús, Monsreal Barrera Ileana, Mario Pérez Cortes, José Castillo Caamal, Chan Pavón Miriam, Wilbert Trejo Lizama
13:30 – 13:45 h	06_AGS	Caracterización fisicoquímica de la cascara de plátano y de rambután obtenidos de la región Soconusco, Chiapas: propuestas de revalorización	Cruz Andrade Keren Daiane, Gordillo Deleón Francis Abigail, Martínez Cruz Jennifer Amandy, Hoil Canul Edwin Rene, Maldonado López Luis Alfonso, Díaz Ballote Luis
13:45 – 14:00 h	14_AGS	Desarrollo de una herramienta digital basada en predicción de series temporales para la gestión de inventarios y comercio agrícola	Alarcón Ruiz Erika, Mejía Maldonado Martha Elena, Ordóñez-Pacheco Luis Daniel, Pérez Arriaga Edgar



11° Congreso de la Facultad de Ingeniería Química (ConFIQ-11) y

XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



Resúmenes de Trabajos de Investigación

Ultrasonido de alta intensidad y complejos proteína-polisacárido con caseína micelar y β -glucano para mejorar la recuperación de proteínas séricas de suero dulce y ácido

Vargas-Castro, Sara Abigail^{a,b}, Ruiz-López, Irving Israel^a, Ruiz-Espinosa, Héctor^a

^aFacultad de Ingeniería Química. Colegio de Ingeniería en Alimentos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. San Claudio y 18 Sur, Cd. Universitaria, Col. Sn. Manuel, Puebla, Pue. México. C.P. 72570.

^bSecretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). Av. de los Insurgentes Sur 1582, Crédito Constructor, Benito Juárez, Ciudad de México. C.P. 03940
(svargas.934@gmail.com, hector.ruiz@correo.buap.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. El suero de leche, subproducto de la industria láctea, representa un desafío ambiental debido a su abundancia y alta carga orgánica [1]. La valorización sostenible de este residuo ha impulsado el desarrollo de productos con valor agregado, siendo la producción de queso Ricotta de suero (QR) una de las estrategias más comunes, aunque limitada por su bajo rendimiento y elevado consumo energético [2]. En este contexto, el ultrasonido de alta intensidad (UAI) ha surgido como una tecnología no térmica innovadora capaz de incrementar la recuperación de proteínas séricas, optimizar el tiempo de proceso y reducir el uso de insumos químicos [3]. Estos efectos pueden potenciarse coprecipitando las proteínas séricas con micelas de caseína, favoreciendo la formación de complejos proteicos funcionales, o incorporando β -glucanos, polisacáridos con propiedades tecno funcionales y nutricionales que pueden mejorar la estabilidad, textura y valor funcional del QR [4]. **Objetivo:** Evaluar el efecto del UAI, coprecipitación con caseína micelar y adición de β -glucanos sobre el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas del QR elaborado a partir de sueros dulce y ácido.

Metodología. Las muestras de suero ácido (SA) y dulce (SD) se recolectaron justo después de la elaboración de quesillo y queso panela, respectivamente, y se mantuvieron en refrigeración hasta usarse. Su composición se determinó con un analizador rápido de leche (Milkoscan FT120). Se implementó un diseño completamente aleatorizado con el tratamiento de suero como variable independiente (seis tratamientos, QR1–QR6). En QR1, los sueros (dulce y ácido) fueron usados como control. En QR2 ambos sueros fueron pretratados por UAI usando una sonda de titanio (24 kHz, 400 W, $E = 42.2 \text{ W} \cdot \text{s/mL}$). Para los tratamientos QR3 y QR4 se adicionó caseína micelar (CM) y β -glucano (β -glu) al 1.0% (p/p). En QR5 y QR6 se combinó el UAI con la adición de los mismos niveles de CM y β -glu. Todas las muestras fueron caracterizadas mediante espectroscopía FTIR-ATR ($4000\text{--}600 \text{ cm}^{-1}$), analizando la región de la amida I ($1600\text{--}1700 \text{ cm}^{-1}$) para detectar posibles cambios conformacionales en las proteínas. Además, se evaluaron parámetros de color (CIELAB, Hue, Chroma), rendimiento (base seca y húmeda), contenido de humedad (%H, método estándar), y firmeza instrumental mediante una prueba de back-extrusión. Los resultados se analizaron estadísticamente por ANOVA de una vía ($p < 0.05$), de forma independiente para los sueros dulce y ácido. Todos los experimentos y mediciones se realizaron por triplicado para cada tipo de suero.

Resultados y Discusión. Se detectaron diferencias significativas en las propiedades fisicoquímicas y en el rendimiento de QR. Las muestras elaboradas a partir de suero sonificado (QR2) presentaron un menor rendimiento y textura más suave. En contraste, en los tratamientos QR3 y QR4, el rendimiento aumentó considerablemente, generando productos más firmes, con menor humedad. Por otro lado, en los tratamientos QR5 y QR6 que combinaban UAI y la adición de CM- β -glu, no se requirió un ajuste de pH, reduciendo el tiempo de procesamiento. La incorporación de β -glu, además de su efecto funcional como polisacárido espesante, pudo contribuir a la estabilización de la matriz proteica y a la retención de humedad, influyendo favorablemente en la firmeza del producto final [4]. En cuanto a la composición del suero, el suero dulce (SD) presentó mayor contenido de grasa y proteína, mientras que el suero ácido (SA) mostró mayor concentración de minerales. Las principales diferencias en sus espectros FTIR-ATR se ubicaron en las regiones amida I, II y III, y en la banda de lípidos ($\sim 1740\text{ cm}^{-1}$). El análisis de la amida I confirmó la modificación estructural de las proteínas séricas debido a los tratamientos. Todos los QR obtenidos presentaron un contenido de humedad similar ($\sim 75\%$) [3]. Por otro lado, la adición de CM- β -glu modificó el color de los quesos hacia tonalidades marrón. De forma general, los productos elaborados con SA fueron menos firmes y más adherentes que los obtenidos con SD. Sin embargo, la fuerza adhesiva disminuyó significativamente ($p < 0.05$) con el uso de CM- β -glu.

Conclusiones. La aplicación de UAI y la incorporación de CM y β -glu demostraron ser estrategias efectivas para mejorar el aprovechamiento del suero de leche en la elaboración de QR. Los tratamientos combinados permitieron incrementar el rendimiento, optimizar la textura, reducir los tiempos de procesamiento y evitar ajustes de pH, contribuyendo a una fabricación más eficiente y sustentable. El β -glucano, además de su efecto funcional como espesante, influyó positivamente en la retención de humedad y firmeza del producto final. Estos resultados respaldan el uso de tecnologías emergentes y biopolímeros funcionales como herramientas clave para la valorización del suero y el desarrollo de alimentos con propiedades tecno funcionales diferenciadas.

Agradecimientos. La autora Vargas-Castro agradece a SECIHTI Estancias posdoctorales por México 2022 (1), 474454 por su apoyo para la realización de este proyecto.

Referencias.

1. Kumar N, Aishwarya-Dixit H, Mehra M, Daniloski D, Trajkovska-Petkoska A (2023). Utilization of Whey: Sustainable Trends and Future Developments. En: Whey valorization. Innovations, Technological Advancements and Sustainable Exploitation. Poonia, A, and Trajkovska-Petkoska A. Springer Nature, Singapore, 47-62.
2. Figueroa-Pires A, García-Marnotes N, Díaz-Rubio O, Cobos-García A, Días-Pereira C (2021). Dairy By-Products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey. *Foods*. **10** (1067):1-24.
3. Borba K, Silva K, Araújo-Silva F, Suely-Madruga M, de Cássia Ramos do Egypto Queiroga R, Leite de Souza E, y Magnani M (2014). The effect of storage on nutritional, textural and sensory characteristics of creamy ricotta made from whey as well as cow's milk and goat's milk. *IJFST*. **49** (5): 1279-86.
4. Ahmad A, Haris A (2022). Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Technique for Food Analysis and Authentication. En: Nondestructive Quality Assessment Techniques for Fresh Fruits and Vegetables. Pathare PB, Rahman MS. Springer Nature, Singapore, 103-142.



Modelo de optimización para la distribución de última milla en cadenas de valor agroalimentarias con enfoque en resiliencia y sostenibilidad

Moncada Bermudez Katherin^a, Escalante Euán Jesús^b, Monsreal Barrera Ileana^b, Mario Pérez Cortes^b, José Castillo Caamal^c, Chan Pavón Miriam^b, Wilbert Trejo Lizama^c

^aFacultad de Ingeniería Industrial, Unidad Central del Valle del Cauca, Carrera 27 A No. 48 -144 Kilómetro 1 Salida Sur. – Tuluá – Valle del Cauca – Colombia. C.P. 763022.

^bCampus de Ciencias Exactas e Ingenierías & ^cCampus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Nte. Km. 33.5, tablaje catastral 13615. Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México | C.P. 97203. Km 155 carretera Mérida a Xmatkuil, Mérida, Yucatán

katherin.moncada01@uceva.edu.co (ponente) jesus.escalante@correo.uady.mx (autor por correspondencia)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. El auge del comercio electrónico en la última década plantea varios retos para las entregas de última milla, en particular la necesidad de hacerlas más eficientes, menos costosas y más sostenibles. Esto afecta no solo a las empresas de transporte, sino también a la vida urbana (Mandal & Archetti, 2023). Además, esto ha convertido a la entrega última milla (last mile) en uno de los elementos con mayor repercusión dentro de las cadenas de suministro agroalimentarias. Representa la parte del transporte que se encarga de entregar los pedidos desde el centro de distribución hasta el cliente. Al ser el último punto de contacto, lo convierte en el factor más importante para las ventas (Mohammad et al., 2023). Se propone un modelo de optimización multiobjetivo para la logística de distribución de última milla en entornos urbanos, considerando simultáneamente tres criterios clave: costo operativo, tiempo de entrega y emisiones ambientales. Además, se realizó un análisis de sensibilidad y su impacto mediante la frontera de Pareto, identificando soluciones eficientes para mejorar la toma de decisiones. El modelo también incorporó métricas de sostenibilidad alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Metodología. El modelo fue implementado en el programa RStudio con el fin de minimizar de forma simultánea el costo operativo ($\sum c_{ij}X_{ij}$), el tiempo de entrega ($\sum t_{ij}X_{ij}$) y las emisiones de CO₂ ($\sum e_{ij}X_{ij}$), ponderados mediante los parámetros α, β, γ . A partir de los conjuntos: $I = \{1, 2, \dots, n\}$: nodos o puntos de demanda (centros de acopio o mercados locales) y $J = \{1, 2, \dots, m\}$: centros logísticos de distribución agroalimentaria. Donde las variables de decisión: $X_{ij} \in \{0, 1\}$: que toma el valor 1 si el nodo $i \in I$ es asignado al centro $j \in J$; 0 en caso contrario. Partiendo de datos sintéticos representativos de un sistema urbano de distribución para validar el modelo de optimización. El escenario contempla 15 nodos de demanda aleatoria. La red logística cuenta con 4 centros de distribución, cuyas capacidades están definidas como 200, 150, 180 y 250 unidades, respectivamente. Los parámetros del sistema son:

d_i : Demanda del nodo i (en unidades o kg)

C_j : Capacidad máxima del centro j

c_{ij} : Costo económico de asignar el nodo i al centro j

e_{ij} : Emisiones asociadas al transporte entre el nodo i y el centro j

α : Peso asignado al componente de costo económico

β : Peso asignado al componente de tiempo de entrega

t_{ij} : Tiempo estimado de entrega entre nodo i y el centro j
 Donde: Minimizar $Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (\alpha * cij + \beta * tij + \gamma * eij) * X_{ij}$, s.a.: Restricción de asignación única: cada nodo se asigna a exactamente un centro)

$$\sum_{j \in J} X_{ij} = 1, \quad \forall i \in I$$

γ : Peso asignado al componente ambiental (emisiones)

Restricción de capacidad: la demanda total asignada a un centro no puede superar su capacidad.

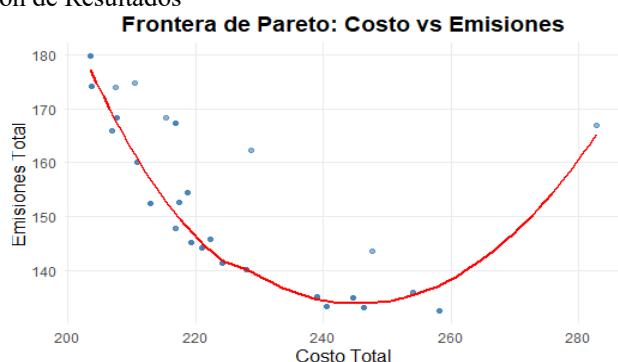
$$\sum_{i \in I} d_i X_{ij} < C_j, \quad \forall j \in J; X_{ij} \in \{0,1\}, \quad \forall i \in I, \forall j \in J$$

Resultados y Discusión. El análisis con 15 nodos de demanda y 4 centros logísticos de distinta capacidad permitió construir escenarios variando los pesos α , β y γ , identificando la frontera de Pareto y realizando análisis de sensibilidad, mediante resoluciones iterativas del modelo. Los resultados muestran que el escenario Equilibrado logra un valor objetivo competitivo (1225.11) con métricas balanceadas, mientras que el escenario Sostenible, aunque no alcanza mínimos individuales, adquiere relevancia por su desempeño consistente y su alineación con los ODS: ODS 9 (capacidad utilizada 58,97%), ODS 11 (tiempo promedio 0,09 h/unidad) y ODS 13 (emisiones promedio 0,29 kgCO₂/unidad)

Cuadro 1. Evaluación de Resultados

Escenario	VA	CT	TT	ET
Base	1349.6	244.7	43.1	134.7
Enfoque_Costo	2257.8	203.6	47.1	174.1
Enfoque_Tiempo	829.44	303.6	30.7	184.4
Enfoque_Emisiones	2059.5	258.2	47.6	132.4
Equilibrado	1225.1	220.9	43.3	144.0
Sostenible	1668.08	240.5	47.0	133.3

VA: Valor Objetivo; CT: Costo Total; TT: Tiempo Total; ET: Emisiones Total (a)



Curva de Pareto entre Costo y Emisiones (b)

Se destacan los valores obtenidos para cada escenario en cuanto al valor objetivo (Cuadro 1a), el costo total, el tiempo y las emisiones totales. Se destacan en colores los mejores valores para cada métrica (mínimo costo, mínimo tiempo, mínimo emisiones y mejor valor objetivo). Y en la zona central de la curva (cuadro 1b), aproximadamente entre costos de 235 y 245, se observa un mínimo relativo que sugiere un balance entre costo y emisiones.

Conclusiones. Los resultados evidencian que la incorporación de un enfoque sostenible en las redes agroalimentarias permite alcanzar un equilibrio competitivo entre eficiencia económica y responsabilidad ambiental. Esto debido a que el modelo promueve un mejor uso de la infraestructura evitando saturación de la capacidad de los centros y reducción de emisiones de CO₂ para diseñar rutas más limpias y mejorar su competitividad en mercados que exigen trazabilidad sostenible.

Referencias.

1. Mandal, M. P., & Archetti, C. (2023). *A Decomposition Approach to Last Mile Delivery Using Public Transportation Systems*.
2. Mohammad, W. A. M., Nazih Diab, Y., Elomri, A., & Triki, C. (2023). Innovative solutions in last mile delivery: concepts, practices, challenges, and future directions. *Supply Chain Forum*, 24(2), 151–169.

Determinación de Ácido Indol-3-acético (AIA) producido por el consorcio microbiano PM06-2 para su posible uso como biofertilizante

Franco Valencia Mauro Isidro, Serrano Gamboa Germán, Sánchez González Mónica Noel

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico de Mérida Licenciado Manuel Berzunza 13615, Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, 97203,
(a21215747@alumnos.uady.mx, monica.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En México, la agricultura es un pilar fundamental para la economía, ya que es uno de los países con mayor actividad agrícola a nivel mundial, posicionándose en el 12° lugar en 2022 [1]. Esta actividad enfrenta grandes desafíos debido a que debe garantizar la seguridad alimentaria de una población en constante crecimiento y realizar acciones para mitigar el impacto ambiental que ocasionan prácticas agrícolas insostenibles como el uso excesivo de fertilizantes sintéticos. Esta práctica ha ocasionado problemáticas ambientales como la acidificación y degradación de suelos, la contaminación de cuerpos de agua y la pérdida de biodiversidad [2]. Ante esta situación, la búsqueda de alternativas para sustituir los fertilizantes sintéticos resulta de gran interés. En este contexto, los fertilizantes de origen microbiano surgen como una opción prometedora ya que, a diferencia de los de origen químico, son biodegradables y participan en la preservación de la microbiota del suelo, lo que permite que este se mantenga saludable a largo plazo [3]. Los biofertilizantes están compuestos por microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGP por sus siglas en inglés). Estos microorganismos tienen la capacidad de sintetizar diferentes productos metabólicos, entre los que se encuentran las fitohormonas, moléculas que a bajas concentraciones estimulan el crecimiento de las plantas [4]. El ácido indol-3-acético (AIA) es una auxina (clase de fitohormona) que promueve la elongación celular, la formación de raíces adventicias y la diferenciación del tejido vegetal [3,4]. El consorcio PM06-2, comunidad microbiana proveniente de residuos de maíz, está conformado por diferentes géneros entre los cuales destacan *Paenibacillus*, *Aneurinibacillus*, *Bacillus*, *Microbacterium*, *Leifsonia* y *Nocardia* [5]. Reportes en la literatura indican que ciertas especies pertenecientes a dichos géneros tienen la capacidad de sintetizar fitohormonas como el AIA. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la producción de AIA en cultivos de PM06-2 así como la detección de la expresión génica de rutas biosintéticas de AIA.

Metodología. El consorcio PM06-2 fue crecido en un medio compuesto por 5 g/L de extracto de levadura y 40 g/L de pericarpio de maíz incubado a 37 °C y 125 rpm durante 168 h. Posteriormente al crecimiento inicial, se transfirió una alícuota (10% v/v) de este cultivo al medio R2A suplementado con triptófano (0.4 g/L) y se incubó a 37 °C durante 96 h en ausencia de luz y bajo condiciones estáticas. Finalizado el tiempo de incubación, el cultivo fue centrifugado. Se cuantificó la concentración de AIA en el sobrenadante utilizando el método de *Salkowsky* por triplicado utilizando una solución de AIA como estándar de referencia [6]. Para el análisis metatranscriptómico, primeramente se identificaron secuencias

codificantes de enzimas pertenecientes a las vías de síntesis de AIA dependientes de triptófano. Seguidamente, se realizó la afiliación taxonómica de las secuencias y la estimación de los niveles de expresión de los genes asociados en cuatro puntos temporales.

Resultados y Discusión. Se detectó un conjunto diferencialmente expresado en el tiempo relacionado con la biosíntesis de AIA través de la vía IPyA. El perfil indicó además que diferentes microorganismos del consorcio expresan los genes de interés de forma concertada en las etapas evaluadas. Por otro lado, los microorganismos del consorcio lograron crecer en el medio R2A. La prueba de *Salkowsky* indicó que bajo esas condiciones de crecimiento los microorganismos sintetizaron 72 mg/L de AIA. Esto indica que el consorcio tiene potencial para ser utilizado como potenciador del crecimiento de plantas.

Conclusiones. Con los datos obtenidos en esta investigación se demuestra que el consorcio PM06-2 tiene una capacidad auxinogénica relevante ya que es capaz de producir una cantidad significativa de AIA, esto permite que pueda ser empleado de manera potencial como base para un posible biofertilizante y así, como una alternativa a los fertilizantes de origen químico.

Agradecimientos. Se agradece a la Universidad Autónoma de Yucatán y a la Facultad de Ingeniería Química por haber facilitado las instalaciones y equipos utilizados durante esta investigación. Asimismo, se extiende el agradecimiento a los encargados y auxiliares del laboratorio de Biotecnología y Microbiología por el apoyo brindado durante su desarrollo.

Referencias.

1. Gobierno de México. (2024). Nuestro México, nuestro sector. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/nuestro-mexico-nuestro-sector>
2. Jiménez A, Vergara M (2022). Factores biológicos y químicos de fertilizantes nitrogenados y fosfatados en suelos agrícolas y sus posibles estrategias de recuperación en México. Universidad Autónoma Metropolitana. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26732>
3. Bohórquez I (2025). Efecto de un biofertilizante a base de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre y solubilizadoras de fósforo en la producción de algodón (*Gossypium hirsutum* L) en el valle medio del Sinú. Universidad de Córdoba.
4. Muñoz, N (2025). Uso de biofertilizantes en la producción de hortalizas. Universidad Técnica de Babahoyo.
5. Sánchez M, Gamboa G, Guzmán R, Rojas R (2023) Análisis de la función de enzimas oxidativas en la degradación de lignocelulosa: perspectiva secretómica. *BioTecnología*. **27**: 119
6. Guardado B, Tuesta D, Lorenzo M, Rodríguez J, Contreras S (2024). Comparative study between Salkowski reagent and chromatographic method for auxins quantification from bacterial production. *Front. Plant Sci*. 15:1378079.

Obtención de películas compuestas a base de PP-Paligorskita modificada con potencial de uso en techos de invernaderos

Chi-Caballero Josué Francisco*, Montes-Luna Ángel de Jesús, Aguilar-Vega Manuel de Jesús, Gonzales-Chi P.

Unidad de Materiales, Laboratorio de Membranas, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130, Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México, 97205.

(*Josue_867@hotmail.com, angel.montes@cicy.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Actualmente, la nanoarcilla de Paligorskita se emplea como agente de refuerzo en matrices poliméricas debido a sus destacadas propiedades fisicoquímicas y estructurales [1]. Para favorecer su compatibilidad con la matriz de polipropileno (PP), la arcilla fue funcionalizada mediante procesos de modificación superficial [2]. La incorporación de nanoarcillas como la Paligorskita en matrices termoplásticas permite mejorar significativamente diversas propiedades del polímero base sin necesidad de recurrir a aditivos convencionales. En particular, los materiales compuestos PP/Paligorskita han mostrado mejoras en la estabilidad térmica, la resistencia al fuego, las propiedades de barrera (como permeabilidad al vapor de agua y gases) y las propiedades mecánicas, en comparación con el polipropileno [3]. El presente trabajo se centra la preparación de películas sopladas de Polipropileno formuladas con una arcilla Paligorskita modificada, para determinar las propiedades de las películas así como el mecanismo de transporte de gases CO_2 y O_2 a través de las películas con Paligorskita con potencial uso en invernaderos.

Metodología. La purificación de la arcilla se llevó a cabo a base: Lavados con agua destilada donde la solución fue filtrada con el fin de eliminar los residuos pétreos retenidos, después se le agregó peróxido de hidrógeno para eliminar la materia orgánica, por último, hace un intercambio catiónico de Ca a Na con acetato de sodio para facilitar la disgregación de la arcilla en agua. Después, la arcilla purificada fue modificada con el silano. Posteriormente las arcillas se caracterizaron mediante SEM, TGA, DRX. *Preparación de materiales compuestos PP/PPma/Pal por extrusión modular:* Los materiales compuestos fueron preparados con una matriz de PP reforzada con diferentes contenidos de arcilla de Paligorskita silanizada mediante el uso de extrusor modular. Para el soplado de las películas se utilizó un extrusor mono-husillo con tres zonas de calentamiento, acoplado a una unidad motriz plasticorder I. Las cuales fueron caracterizadas por SEM, TGA, DRX, propiedades mecánicas y permeabilidad.

Resultados y Discusión. Los resultados obtenidos determinaron que el proceso de purificación de la Paligorskita genero el intercambio catiónico de calcio por sodio esto para ayuda de la dispersión de la arcilla para proceso de silanización; La figura 1a muestra el espectro de infrarrojo de la Paligorskita purifica y silanizada en el cual se observan vibraciones en 2930 y 2867 cm^{-1} correspondientes al estiramiento de enlaces C-H en las moléculas del órgano silano siendo un indicativo que la arcilla fue modificada superficial. Para el caso de películas con Paligorskita silanizada mostraron una dispersión homogénea de la nanoarcilla, lo que genero una mejora en las propiedades mecánicas (Figura 1b). Las

propiedades de transporte de gases mostraron que la incorporación de Paligorskita silanizada mejoró la permeabilidad al CO₂ y al O₂, aumentando hasta un 55 % y un 66 %, respectivamente, en comparación con la película original esto debido a la menor cristalinidad de la película que contenía Paligorskita aumentando la disponibilidad de la fase amorfa de la matriz para la permeación de gases (Tabla 1).

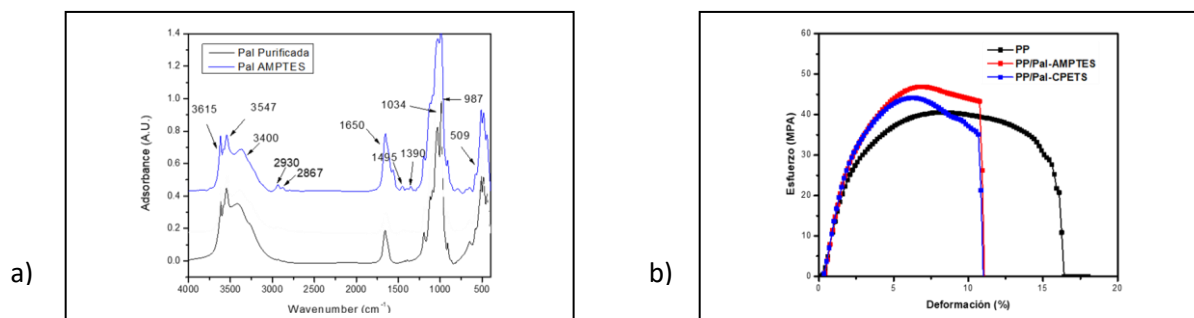


Fig. 1. a) Espectros IR característicos de Paligorskita purificada y silanizada. b) Curvas Esfuerzo vs deformación promedio de las diferentes películas obtenidas PP y PP reforzadas con Paligorskita silanizada.

Table 1: Porcentaje de cristalinidad de las películas sopladas.

Película PP	T _m (°C)	ΔH _m (J/g)	X _c (%)
0 %	163.98	61.24	37.57
1 % AMPTES	162.18	46.02	28.23
1 % CPTES	162.27	51.18	30.39

Conclusiones. La presencia de la Paligorskita genera cambios en el contenido cristalino de las películas, además, si esta presenta un buen grado de dispersión y distribución, aumenta la las propiedades mecánicas y permeabilidad de las películas ya que dicha propiedad depende de la morfología y orientación de las nano-fibras de Paligorskita en el material compuesto, por lo que las películas sopladas que contenían Paligorskita pueden ser potencialmente ser utilizadas para techos de invernaderos.

Agradecimientos. Los autores agradecen al La Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca otorgada durante la realización del trabajo. Asimismo, agradecen a la Dra. Rita Sulub, la M.S. María Isabel Loria y el M.S. Santiago Duarte por su apoyo técnico,

Referencias.

1. E. Galán, A. Singer. Developments in Palygorskite-Sepiolite Research: A New Outlook on These nanomaterials. Elsevier, 2011, cap. 2.
2. Gordillo, J.L., Obtención de nanopartículas de fuentes regionales para su uso como refuerzo de materiales compuestos Termoplásticos. In Unidad de Materiales. 2010, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C: México.
3. Cisneros D. E, Uribe J. A., Paz-Alpuche, E. F., The effect of surface modification of Palygorskite on the morphology, mechanical and thermal properties of Nylon 6/Palygorskite nanocomposites prepared by melt compounding. Polymer Composites, 2018, vol. 39, no. S3, p. E1531-E1543.

Aislamiento y selección de hongos aislados de residuos lignocelulósicos de Yucatán para la producción de pectinasas extracelulares de interés industrial

Chan Catzin Liliana Jazmín^a, Burgos Rodríguez Evelyn Jocabed^a, Cáceres Pacheco Alan^a, Hernández Calderón Carlos^b, Lizama Uc Gabriel^a, Rivera Muñoz Gerardo^a, Solís Pereira Sara^a

^aTecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida. Col. Plan de Ayala norte. Av. Tecnológico Km 4.5 S/N, C.P 97118. Mérida, Yuc. México

^bUnidad de Energía Renovable. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Carretera Sierra Papacal Chuburná Puerto, Km 5, C.P 97232. Mérida, Yuc, México
(mg22080482@merida.tecnm.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Los residuos agroindustriales representan un problema ambiental a nivel mundial, debido a su acumulación y manejo inadecuado, por lo que es importante la búsqueda de alternativas sostenibles que permitan su revalorización. Las pectinasas son hidrolasas (E.C. 3.2.1.15) que rompen los enlaces α (1,4) de las sustancias pécticas presentes en residuos lignocelulósicos. En la industria alimentaria, las enzimas pectinolíticas son de gran relevancia por su aplicación en el procesamiento de alimentos como la elaboración de vinos, la extracción de aceites esenciales y la clarificación de jugos de frutas [1]. Las pectinasas representan el 25% de las enzimas en el mercado global y son producidas principalmente durante el crecimiento de hongos en residuos agroindustriales que contienen pectina. Actualmente en México la mayoría de las pectinasas utilizadas son importadas debido a la escasa disponibilidad de tecnologías locales y al elevado costo de los sustratos para su producción. Como consecuencia, la producción nacional de pectinasas no es suficiente para satisfacer la demanda, lo que resalta la importancia de encontrar nuevas cepas que produzcan estas enzimas [2]. El objetivo de este trabajo consistió en aislar y seleccionar hongos pectinolíticos, así como la producción de estas enzimas por fermentación sumergida a partir de residuos pécticos.

Metodología. Los hongos fueron aislados en residuos de cáscaras de manzana, limón y papaya en placas con pectina al 1% y ampicilina (50 μ g/mL); fueron purificados por siembra por repetición. La actividad pectinolítica se determinó en placas con pectina al 1% y los halos se revelaron con solución de yodo (1% p/v). Se determinó el crecimiento de las cepas en placa a 30, 35 y 37°C y pHs 4, 5 y 6. La fermentación sumergida se realizó con residuos de manzana, limón y papaya (2% p/v base seca) y nutrientes, pH 4 y 5 x 10⁶ esporas como inóculo y se incubaron a 30°C y 150 rpm. La actividad pectinolítica se midió cada 24 hrs. durante 4 días por el método del ácido dinitrosalicílico [3].

Resultados y Discusión.

Se aislaron 36 cepas de hongos de las cuales tres mostraron los mayores halos de actividad pectinolítica. Por sus características macroscópicas y microscópicas fueron denominadas *Aspergillus* sp. ITAM3, *Aspergillus* sp. ITAL1 y *Penicillium* sp. ITAP1, provenientes de los residuos de manzana, limón y papaya

respectivamente (Fig. 1a). La mejor temperatura de crecimiento de ITM3 e ITP1 fue de 30°C y de 37°C para ITL1. Las tres cepas mostraron buen crecimiento a pHs de 4-6. La producción de pectinasas en cultivo sumergido con ITM3 muestra en la Fig. 1b que la papaya fue el mejor sustrato para la producción de pectinasas (12.35 U/ml $\pm$ 0.89 a las 96h), seguido del limón (3.11 $\pm$ 0.77 U/ml desde 24 h) y manzana (0.88 U/ml $\pm$ 0.79). Las diferencias en la producción de pectinasas pueden estar relacionadas con la concentración y/o estructura de pectina presente en los sustratos como ha sido evidenciado en diversos cultivos de hongos [4].

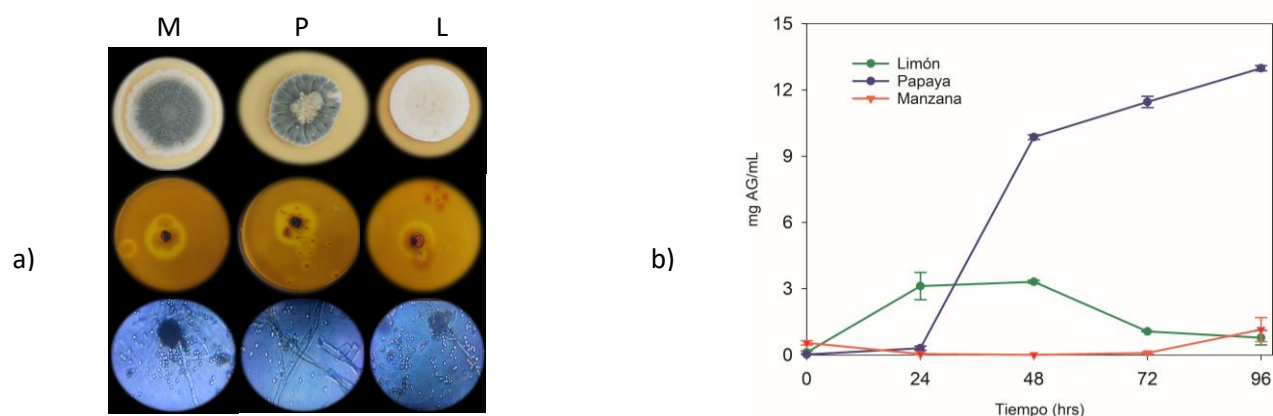


Fig. 1. a) Hongos aislados de cáscara de manzana (M), papaya (P) y limón (L), halos de hidrólisis de pectina y vista al microscopio 40x (b) Producción de pectinasas por *Aspergillus* sp. ITM3. Las barras representan $\pm$ D.E

Conclusiones. Se aislaron tres hongos pectinolíticos, dos del género *Aspergillus* y un *Penicillium*. La cáscara de papaya fue el mejor sustrato para la producción de pectinasas por *Aspergillus* sp. ITAM3. Estos resultados muestran el potencial de la cepa para seguir siendo estudiada.

Agradecimientos. Al SECIHTY, por la beca número de CVU 1089946.

Referencias.

1. John, Kaimal, Smith, Rahman, Chellam (2020). Advances in upstream and downstream strategies of pectinase bioprocessing: A review. *Int. J. Biol. Macromol.* **Vol** (162):1086-1099
2. Cerda, Cruz (2003). Utilización de enzimas pectinasas aplicadas a la biotecnología de los procesos para la obtención de jugos concentrados de manzana y naranja. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios superiores Cuautitlán, UNAM.
3. Miller (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical chemistry.* **Vol** (3):426-428.
4. Esawy, Gamal, Kamel (2022). Optimization of *Aspergillus niger* NRC1ami pectinase using citrus peel pectin, purification, and thermodynamic characterization of the free and modified enzyme. *Waste and Biomass Valorization.* **Vol** (13):4823-4837.

Caracterización fisicoquímica de la cáscara de plátano y de rambután obtenidos de la región Soconusco, Chiapas: propuestas de revalorización

Cruz Andrade Keren^a, Gordillo Deleón Francis^a, Martínez Cruz Jennifer^a, Hoil Canul Edwin^{a*}, Maldonado López Luis^b, Díaz Ballote Luis^b

^a Coordinación de Ingeniería en Nanotecnología. Universidad Politécnica de Tapachula, Carretera Tapachula - Puerto Madero, Km. 24 + 300, C.P. 30830. México.

^b Departamento de Física aplicada. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73, Cordemex, 97310 Mérida, Yuc., México.
(233136@uptapachula.edu.mx, edwin.hoil@uptapachula.edu.mx*)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. La región del Soconusco, Chiapas, genera 684,258 toneladas anualmente de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y 9,376 toneladas de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) [1]. Sin embargo, la generación de cáscaras desechadas inadecuadamente provoca contaminación ambiental, aumento de residuos sólidos urbanos, lixiviados en suelos y cuerpos de agua [2], así como la proliferación de plagas. Estas cáscaras presentan alto contenido de elementos como K, Ca, Mg y P, que pueden ser aprovechados mediante la calcinación, eliminando materia orgánica volátil y concentrando óxidos metálicos con propiedades funcionales [3]. Por ejemplo, las cenizas de cáscara de rambután (CCR) pueden actuar como coagulante natural [4] y las cenizas de cáscara de plátano (CCP) tienen potencial como fertilizante orgánico por su alto contenido de K₂O y P₂O₅ [5]. El objetivo de este trabajo es analizar las propiedades fisicoquímicas de estas cenizas para la identificación de su potencial en aplicaciones agrícolas y de tratamiento de agua.

Metodología. Se recolectaron cáscaras de rambután (CR) y cáscaras de plátano (CP), provenientes de los municipios de Suchiate y Tuxtla Chico (región Soconusco, Chiapas). Las cáscaras fueron lavadas con agua destilada, deshidratadas en un horno (marca Felisa, modelo FE-291AD) a 80°C por 8 h y posteriormente calcinadas en una mufla (marca Novatech, modelo MD-12) como se describe a continuación: 800°C por 3 h para la CR y 700°C por 4 h para la CP. Finalmente, para evitar aglomeraciones, las cenizas fueron molidas en un mortero hasta obtener un polvo homogéneo. Las cenizas fueron caracterizadas por Espectroscopia Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR), Dispersión de Luz Dinámica (DLS) y Espectroscopia Fotoelectrónica de Rayos X (XPS).

Resultados y Discusión. Los resultados de FTIR revelaron grupos funcionales como C-H, C=C, C-O y O-H, lo que indica una carbonización parcial y la conservación de sitios reactivos. La presencia de dobles enlaces sugiere la formación de estructuras aromáticas típicas de la descomposición térmica de materia orgánica. Por su parte, el análisis DLS mostro tamaños de partícula promedio de alrededor de 700 nm para CCR y 1 µm para CCP, La menor dimensión en CCR podría implicar una mayor área superficial, lo que puede favorecer la adsorción de contaminantes y explica su potencial como coagulante natural. Finalmente, en los resultados de XPS se identificaron elementos como C, O, Ca y K, además de trazas de P, Si, Mg, Na, Cl y S, que evidencian variaciones químicas superficiales entre las muestras.

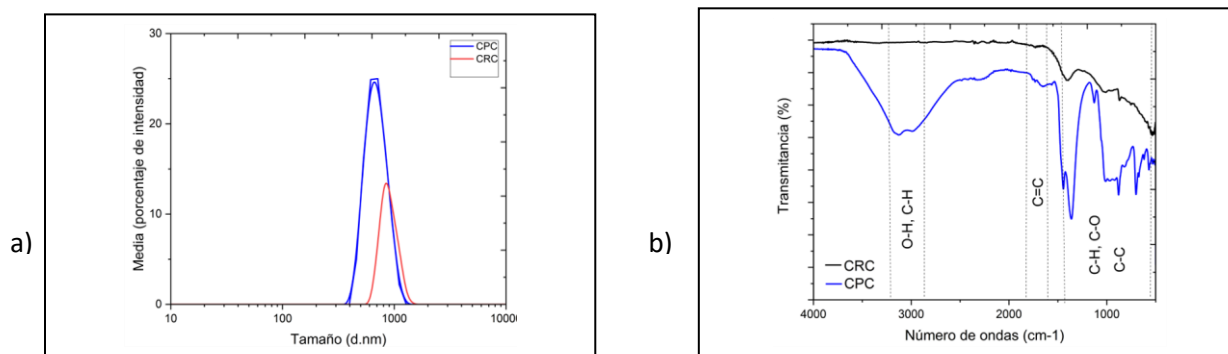


Fig. 1. a) Distribución de tamaño de partículas de las muestras, b) espectros FTIR de cáscaras calcinadas de plátano (CPC) y rambután (CRC).

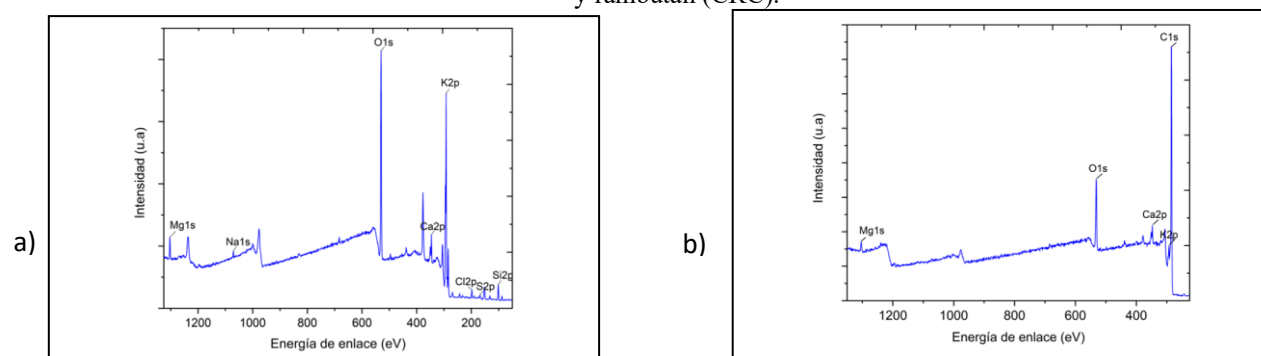


Fig. 2. Espectros XPS de cáscaras calcinadas a) plátano y b) rambután.

Conclusiones. La CRC, rica en Ca, Mg y grupos funcionales activos, puede actuar como un coagulante natural para la remoción de turbidez del agua. Por su parte, la CPC con K_2O , CaO y P_2O_5 , puede mezclarse con otros residuos como; cascarilla de café o residuos de caña de azúcar, para formular fertilizantes NPK orgánicos, útil para suelos degradados y cultivos exigentes.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Tapachula por el uso del laboratorio 2 y al LANNBIO Cinvestav-instalaciones de Mérida, apoyadas con las subvenciones: FOMIX Yucatán 2008-108160, CONACYT LAB-2009-01 123913, 292692, 188345 así como 204822, 292692 y 294643.

Referencias.

1. SIAP (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola por entidad federativa 2024*. Dirección General de Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera.
2. SEDAFICH. (2020). Informe de producción frutícola del Soconusco. *Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero de Chiapas*.
3. Dickle, W. S. (2019). Calcination. *Industrial & Engineering Chemistry*, 21(5), 461–464.
4. Abdulhameed, A. S., Bello, O. S., & Adegoke, K. A. (2023). Recent advances in the use of natural coagulants for wastewater treatment: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 55, 103857.
5. Abdulrazak, A., Molla, A., & Yonas, A. (2021). NPK biofertilizer production from banana peel, feather, and bone ashes. *Heliyon*, 7(11), e08377.
6. Tan, W. S., Lok, Y. W., Yap, W. S. P., & Lim, L. B. L. (2022). A comprehensive review of plant-based coagulants for turbidity and dye removal in water: Rambutan seed extract and others. *Environmental Technology & Innovation*, 27, 102431.

Extracción de celulosa obtenida de la cascota de cacao como potencial material encapsulante de polifenoles

Gamboa Pino Mizar Jocelin, Pech López Hilda Yaroslavi

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

Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97203

(a19203485@alumnos.uady.mx, a22215632@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En 2024, el mundo produjo alrededor de 4.8 millones de toneladas de cacao, sin embargo, sólo cerca del 10% del fruto de cacao es aprovechado [1], pues el resto corresponde a desechos agroindustriales sin valor en el mercado. La cáscara representa el 75% del peso del cacao, la cual suele terminar como desecho, ya que se generan miles de toneladas anuales de residuos, mismas que pueden aprovecharse por ser fuente de fibra, celulosa, lignina, hemicelulosa, entre otros compuestos orgánicos, así como polifenoles, carotenoides, antocianinas [2]. Debido a la problemática que representan los residuos de la producción de cacao, se ha optado por extraer un compuesto útil como la celulosa, un polímero natural conformado por glucosa, responsable de la rigidez y resistencia de las plantas, con aplicaciones en la industria textil, del papel, farmacéutica y de bioplásticos, de este modo se contribuye a la economía circular y sostenibilidad. Este proyecto se busca optimizar la extracción de celulosa a partir de la cáscara de cacao mediante procesos de hidrólisis alcalina y blanqueamiento, con el objetivo de caracterizar sus propiedades fisicoquímicas y evaluar su viabilidad como material funcional.

Metodología. La cáscara de cacao previamente lavada, triturada y secada se sometió a una hidrólisis con hidróxido de sodio (NaOH) en una relación masa/volumen de 1:15 para la solución y una concentración p/v de 4 y 8% de NaOH para comparar la diferencia en las propiedades de la celulosa. La hidrólisis se efectuó con agitación magnética durante 2 h a 90 °C [2,3]. Después del tratamiento, se lavó con agua destilada hasta llegar a pH neutro y tras esto, se secó en el horno durante 2 h a 65°C. Posteriormente se efectuaron 3 blanqueamientos, en cada uno se siguió con la relación masa/volumen de 1:15 para la solución con hipoclorito de sodio (NaClO) al 2.5% [3] y ácido acético (CH₃COOH) al 1.7% p/v; durante 1.5 h con agitación magnética a 70 °C, tras cada blanqueado se lavó y filtró al vacío con agua destilada hasta alcanzar pH neutro, seguido de un secado al horno durante 2 h a 65 °C.

Para evaluar la obtención de celulosa se usó la espectroscopia Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR) se realizó con pastillas de KBr con 1% de muestra, analizando los espectros de la cáscara de cacao, el hidrolizado junto con 1 y 2 blanqueados de la celulosa a 4% y 8% p/v de NaOH, mientras que la espectroscopía UV-Visible se efectuó con la solución restante tras cada tratamiento químico con un espectrofotómetro Spectroquant Prove 600. El contenido de humedad se midió tras 2 y 3 blanqueamientos. Finalmente, la morfología se visualizó con un microscopio de barrido electrónico (SEM) en la celulosa con hidrólisis al 4% como 8% p/v de NaOH tras 2 blanqueamientos.

Resultados y Discusión. Se observó la disminución del agua residual tras cada blanqueamiento y a mayor de concentración de hidróxido; la humedad con 4% de NaOH fue de 11%, mientras que con 8% NaOH fue de 7%. El color de la celulosa cambió tras cada tratamiento, la cáscara de cacao inicial

presentaba un tono marrón rojizo intenso, el cual se atenuó a beige, sin embargo, el cambio a tono blanco se mostró más con la concentración de 8% p/v de NaOH.

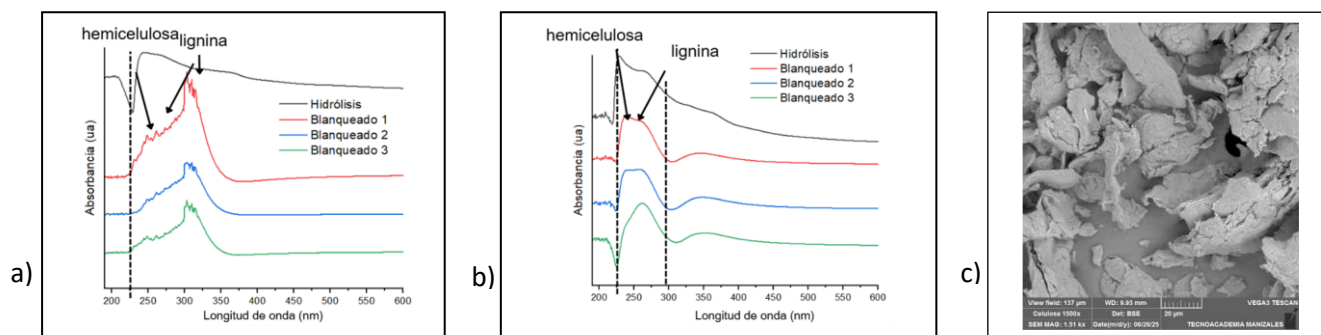


Fig. 1. Espectro UV-Vis de los licores de tratamientos químicos de hidrólisis y blanqueado. a) celulosa con hidrólisis al 4% NaOH, b) celulosa con hidrólisis al 4% NaOH, c) SEM celulosa 2 blanqueados 4%.

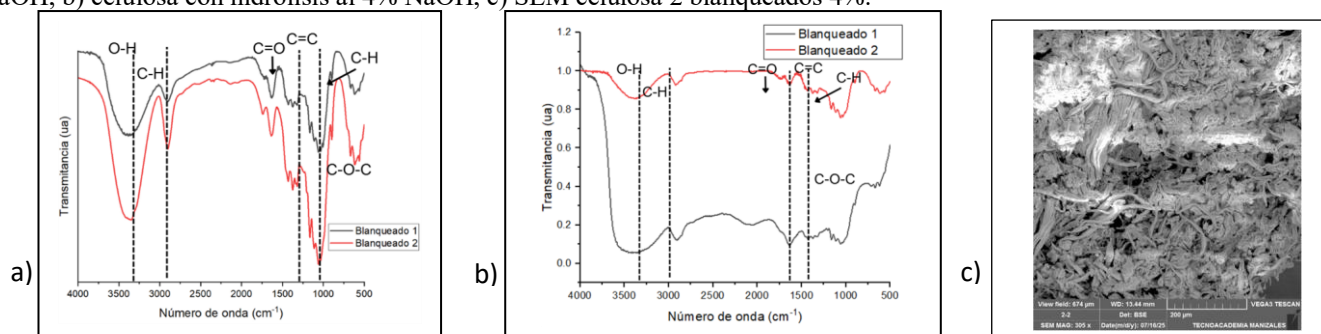


Fig. 2. Espectro FTIR de la celulosa tras 1 y 2 blanqueamientos. a) celulosa al 4% NaOH, b) celulosa al 4% NaOH, c) SEM celulosa 2 blanqueados 8%.

Conclusiones. La caracterización UV-Vis y FTIR evidenció la eliminación progresiva de lignina, compuestos aromáticos o cromóforos y hemicelulosa tras el blanqueado, siendo 8% p/v de NaOH la concentración decisiva para la hidrólisis. El análisis de humedad muestra el grado de sequedad en 4 y 8%, siendo el último el más adecuado para procesos posteriores como la encapsulación. Las imágenes SEM evidenciaron que las fibras más definidas y aisladas se dan en la concentración de NaOH al 8% p/v, sugiriendo una mayor eficiencia en la extracción con este porcentaje, en general, el tratamiento alcalino y el posterior blanqueamiento permitieron el aislamiento de celulosa con alto grado de pureza.

Agradecimientos. Al Programa Delfin por la estancia de investigación, al CDT Innvestiga y el SENA por los equipos de caracterización.

Referencias.

1. Murillo, B, Ponce, R, Huamán, M (2020). Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao. *Manglar* **17** (1): 67-73.
2. Meza, D., Ladino, H. (2024). Comparación de dos métodos de extracción de celulosa a partir de la cáscara de la mazorca de cacao en el departamento de Risaralda. *Información tecnológica*, **35** (3), 11-24.
3. Torres, M. (2019). Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel. *Universidad Central del Ecuador*.

Biopelículas a partir de almidón recuperado de residuos de semilla de *Tamarindus indica*

Antonio Martínez Jesús^a, Pérez Pacheco Emilio^b, Carrera Figueiras Cristian^a, Pérez Padilla Yamile^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5. Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97302.

^bUniversidad Modelo, Centro de Investigaciones Silvio Zavala, Mérida Yucatán, México, C.P. 97305.
(a21223022@alumnos.uady.mx, yamile.perez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El manejo inadecuado de los residuos agroindustriales en Yucatán representa un problema ambiental creciente, originado por la ausencia de métodos y tecnologías eficientes para su aprovechamiento. Entre estos residuos, las semillas de *Tamarindus indica* se generan en grandes cantidades como subproducto de la industria alimentaria y, al no ser gestionadas adecuadamente, contribuyen a la contaminación y al desperdicio de recursos. Estos residuos poseen un alto contenido de polisacáridos, particularmente almidón, lo que los convierte en una materia prima prometedora para la elaboración de materiales biodegradables. En este trabajo se presenta el desarrollo de biopelículas poliméricas a partir de almidón extraído de residuos de semillas de *T. indica*., aprovechar el almidón de semillas de tamarindo no solo ofrece una solución al problema de acumulación de desechos, sino que también promueve desarrollar materiales funcionales con aplicaciones de empaquetado y reducir la dependencia de polímeros sintéticos derivados del petróleo, alineándose con los principios de economía circular y producción limpia. El proyecto presentado consistió en la recuperación de almidón de semillas de *T. indica*, desarrollando así biopelículas poliméricas a partir de dicho material. Las películas obtenidas se caracterizaron para conocer su carácter hidrofílico y color para su potencial aplicación como material de embalaje biodegradable.

Metodología. Se preparó una solución con 2 g de almidón de tamarindo, 25 mL de agua destilada y se agitó por 60 minutos a 600 RPM. Después se añadieron 1000 µL de glicerol y 25 mL de agua destilada, calentando hasta alcanzar 90-95°C, se mantuvo a esta temperatura por 15 minutos en agitación. La solución obtenida se colocó en moldes de teflón y posteriormente en una estufa de convección por 24 horas a 60 °C. Las películas obtenidas se caracterizaron por ángulo de contacto en un equipo *DataPhysics* utilizando agua como disolvente y por colorimetría por la técnica Ciel Lab.

Resultados y Discusión. Se obtuvieron películas homogéneas a partir de almidón extraído de las semillas de *T. indica*, la cuales fueron de coloración marrón oscuro, con espesores medios de 500 micras (Cuadro 1). Los resultados de colorimetría mostraron que las películas preparadas son homogéneas entre muestras. Los resultados de las pruebas de ángulo de contacto indicaron que los materiales tienen un

carácter hidrofílico con valores de 68° (cuadro 1), similar a lo reportado para otras fuentes de almidón, tales como avena o tapioca que han presentado valores de 66.91° y 62.90° , respectivamente [1,2].

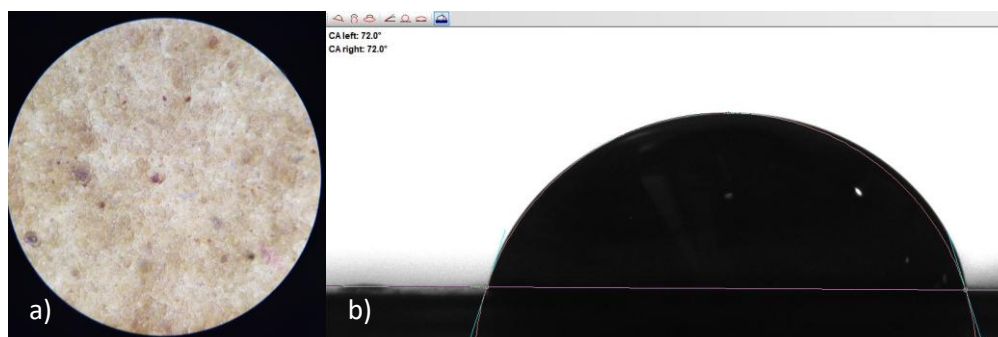


Fig. 1. (a) Imagen de película de almidón de tamarindo *T. indica*. (b) Imagen de medición de ángulo de contacto en película.

Cuadro 1. Caracterizaciones físicas de película *T. indica*, espesor, color y ángulo de contacto.

Membrana	Espesor (micras)	Color			Ángulo de contacto
		L*	a*	b*	
Ensayo I	507	15.64	-1.95	5.25	68.42°
Ensayo II	493	15.24	-1.77	5.47	

Conclusiones. Se obtuvieron membranas homogéneas con almidón recuperado de semillas de *T. indica*. Las membranas resultaron de color marrón y las pruebas de colorimetría muestran que la técnica empleada en la preparación es reproducible. Las pruebas de ángulo de contacto permitieron determinar que la película es hidrofílica.

Agradecimientos. A la Facultad de Ingeniería Química por las instalaciones prestadas. A la QI. Mariela Lope Navarrete por su apoyo y facilidades del Laboratorio de Análisis Instrumental.

Referencias.

- [1] Agarwal, S. (2021) Major factors affecting the characteristics of starch-based biopolymer films. *Eur. Polym. J.* **160**: 110788. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2021.110788> (Accedido 8 de junio, 2025).
- [2] Wiącek, A. E., & Furmaniuk, A. (2024). Starch-Based Polysaccharide Systems with Bioactive Substances: Physicochemical and Wettability Characteristics. *Int. J. Mol. Sci.* **25**(9): 4590. <https://doi.org/10.3390/ijms25094590> (Accedido 12 de junio, 2025).

Extracción de sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz para su evaluación como material de refuerzo en el fibrocemento

Pech López Hilda Yaroslavi^a, Gamboa Pino Mizar Jocelin^a, Hincapié Rojas Daniel Fernando^b

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97203.

^bUniversidad Autónoma de Manizales, Antigua Estación del Ferrocarril, Manizales, Colombia, C.P. 170006. (a22215632@alumnso.uady.mx^a, a19203485@alumnos.uady.mx^a, daniel.hincapier@autonoma.edu.co^b)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Colombia produce anualmente más de 2 millones de toneladas de arroz, generando alrededor de 400,000 toneladas de cascarilla, que representa entre 18% y 25% del peso total cosechado [1, 2]. Este residuo, por su baja degradabilidad, se acumula en zonas agrícolas e industriales, generando contaminación ambiental y visual, especialmente cuando se quema a cielo abierto, liberando gases y partículas nocivas [3]. Lejos de ser un desecho, la cascarilla de arroz posee un alto contenido de sílice, especialmente en forma de dióxido de silicio (SiO_2). Esta fracción mineral representa alrededor del 15–25% de su composición, y de ese contenido inorgánico, la sílice puede constituir hasta un 94% en masa, junto con trazas de otros minerales [4]. El dióxido de silicio puede encontrarse en forma cristalina, con baja reactividad y riesgos sanitarios, o amorfa, que es más segura y reactiva. Una aplicación prometedora de la sílice es su uso en materiales de construcción como el fibrocemento. En este contexto, el presente proyecto tiene por objetivo extraer sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz para evaluarla como un potencial refuerzo del fibrocemento.

Metodología. La cascarilla de arroz fue tamizada para remover residuos de tierra y luego triturada. Primeramente, se incineraron 10 g de cascarilla en una mufla durante 3 h a 400, 500, 550, 600 y 650 °C, seleccionando 600 °C como temperatura óptima por generar cenizas claras [3]. Se repitió la incineración a 600 °C variando los tiempos (1, 1.5, 2, 2.5 y 3 h) para evaluar la influencia del tiempo en la calidad de la sílice. Luego, se aplicaron pretratamientos ácido (HNO_3 al 69%) y alcalino (NaOH al 98%) [3] a 1 M, con agitación a 30 °C durante 2 h, bajo una relación m/v 1:25, las muestras fueron lavadas hasta pH neutro, secadas a 65 °C por 2 h, e incineradas nuevamente durante 3 h a 550, 600 y 650 °C. Para la caracterización de las muestras de sílice obtenidas se emplearon diversos métodos. El color se midió con un colorímetro digital PCE-CSM 4 (espacio CIELAB), convertido a RGB. El contenido de humedad se determinó en las muestras de sílice obtenidas a 600°C sin tratamiento bajo tiempos de 2, 2.5 y 3 horas y con tratamiento durante 3 h, mediante un analizador FLB FORELIBRA 110. La Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FT-IR) se usó para identificar los grupos funcionales presentes en la sílice y se realizó en muestras sin tratamiento (a 600°C por 2 y 3 h) y con pretratamiento ácido y alcalino (3 h a 600°C), utilizando pastillas con 99% KBr y 1% de muestra, además, se empleó microscopía electrónica de barrido (SEM) para observar la morfología de la sílice [3]. Finalmente, se elaboraron muestras de fibrocemento utilizando dos tipos de sílice como refuerzo: una amorfa, obtenida en este estudio (600°C por 3 h), y una cristalina, ambas añadidas en una proporción del 5% en peso, y posteriormente se evaluó su resistencia a la compresión usando una máquina universal de ensayos.

Resultados y Discusión. El rendimiento en la extracción de sílice fue de 15–18% sin tratamiento, 15% con HNO_3 y 8% con NaOH . La sílice tratada con ácido mostró un color blanco, la alcalina, negro, y las muestras sin tratamiento, gris claro. El análisis de humedad mostró menores valores en muestras sin tratar y con NaOH , y mayores en la tratada con HNO_3 . Se observó la presencia de bandas características de los enlaces Si–O en 470 cm^{-1} y Si–O–Si en $1100\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$, las muestras de 2 y 3 h mostraron una red más condensada, mientras que la alcalina fue menos intensa y la ácida reveló más grupos O–H. Las imágenes SEM de la muestra a 600°C por 3 h evidenciaron una estructura porosa, desordenada y sin forma definida. En pruebas mecánicas, el fibrocemento con sílice amorfa alcanzó mayor resistencia (18.61 MPa) que con sílice cristalina (10.65 MPa).

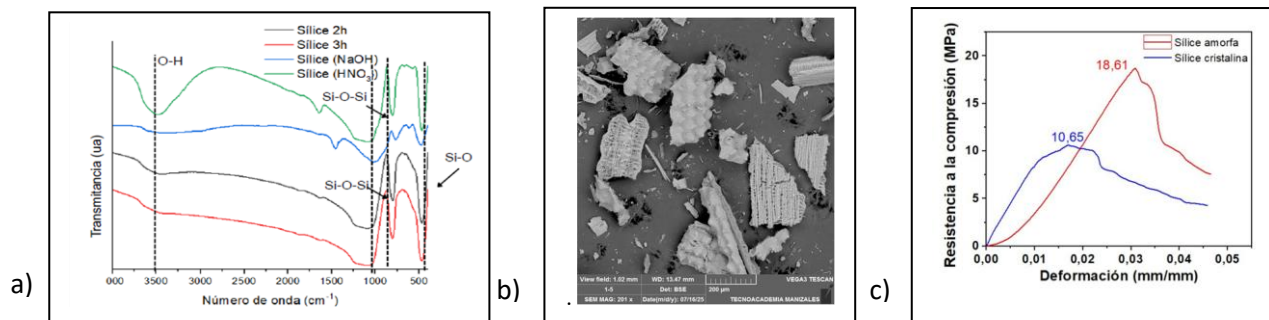


Fig. 1. Caracterización de las muestras de sílice a) Espectro FT-IR de sílice obtenida a 600°C durante 2 y 3 horas sin pretratamiento, y a 600°C por 3 horas con pretratamiento ácido y alcalino, b) SEM sílice amorfa (600°C , 3 h), c) Comparación de la resistencia a la compresión de muestras de fibrocemento reforzadas con sílice amorfa y sílice cristalina.

Conclusiones. El análisis FT-IR confirmó la formación de sílice en todas las muestras con variaciones en la condensación de la red y grupos O–H según el tratamiento. En términos mecánicos, el fibrocemento con sílice amorfa superó significativamente en resistencia al que contenía sílice cristalina, esta diferencia se debe principalmente a la estructura desordenada de la sílice amorfa, que le confiere una mayor reactividad superficial. Por lo tanto, la sílice amorfa se considera la opción óptima para el refuerzo de materiales compuestos, al favorecer una mejor interacción y adhesión con la matriz del fibrocemento.

Agradecimientos. Al Programa Delfin por la estancia de investigación, a la Universidad Autónoma de Manizales, al CDT Innvestiga perteneciente a la misma, y al SENA Manizales por los espacios de trabajo y equipos de caracterización.

Referencias.

1. Lozano Rojas, C. L. (2020). Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*.
2. Méndez Vives, M. C. (2010). Caracterización de la cascarilla de arroz para utilizar como energía renovable en gasificación. *Universidad de Bogotá*.
3. Mesa, S., Jaramillo, D., Uran, L.C., Vélez, C.A. (2024) Obtención de sílice amorfa a partir de cascarilla de arroz colombiana: demostración en proceso escalado. *Ingeniería y Competitividad*, 26(3)e-21514396
4. Prada, A., Cortés, C. E. (2014). La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: una alternativa de aprovechamiento integral. *Orinoquia*, 14(1), 155-17

Efecto del ácido ferúlico en la producción de peróxido y degradación de pericarpio del consorcio PM06-2

Herrera Villafañá Karen Gabriela, Sánchez González Mónica Noel.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Dirección. Mérida, Yucatán, C.P. 97305

(a18000660@alumnos.uady.mx y monica.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El consorcio PM06 es una comunidad microbiana con capacidad para degradar el pericarpio de maíz nixtamalizado (PMN) (Serrano et al., 2023). Estudios metasecretómicos realizados para determinar el mecanismo de degradación utilizado por este microorganismo, sugieren la participación de peróxido de hidrógeno generado por enzimas oxidativas. En este mismo estudio se indicó la presencia de secuencias proteínicas relacionadas con la vanilil alcohol oxidasa, una enzima que hasta el momento solo se ha encontrado en hongos y que posee la capacidad de sintetizar peróxido de hidrógeno a partir de la oxidación del alcohol vanílico. Sin embargo, el consorcio está formado únicamente por bacterias y hasta el momento no se ha detectado la producción de ácido vanílico en los cultivos. El maíz es un cereal con alto contenido de ácido ferúlico (AF) y los residuos de la nixtamalización del maíz, como el PMN, preservan una alta concentración de este compuesto fenólico (Rostro, 2014). El AF y el alcohol vanílico tienen semejanzas estructurales debido a que son derivados del ácido cinámico. Por lo que se plantea el uso del AF como sustrato alternativo susceptible a oxidación por el consorcio, generando peróxido de hidrógeno por mecanismos enzimáticos no estudiados. Por lo anterior, el presente proyecto tiene como objetivo determinar la producción de peróxido de hidrógeno a partir de la oxidación de ácido ferúlico, en cultivos del consorcio PM06.

Metodología. El consorcio se cultivó en un medio a pH 7 con extracto de levadura (5 g/L) y PMN (40 g/L) como sustrato. Se incubó a 37°C con agitación de 125 rpm durante 168 h. Posteriormente, para cuantificar la cantidad de PMN residual, el cultivo fue filtrado al vacío a través de papel filtro. Los sólidos retenidos fueron secados 72 horas a 60°C y pesados. El porcentaje de degradación se calculó mediante la ecuación 1 (Serrano et al. 2019). El sobrenadante de cultivo fue utilizado para realizar ensayos de oxidación de ácido ferúlico cuantificando la concentración peróxido hidrógeno. Los ensayos de oxidación, se realizaron incubando los sobrenadantes con 12.9 mM de AF a 37°C por 1h. La cuantificación de peróxido de hidrógeno se realizó por un método enzimático en microplaca. Los ensayos se realizaron por triplicado reportando los valores fuera de rango como <LOQ (Fig 1a).

$$\% \text{ de degradación} = \frac{P_T - P_2}{P_T} \cdot 100$$

Ec. 1. Fórmula para calcular el porcentaje de degradación, donde PT es el peso seco total del PMN recuperado del medio de cultivo control; P2, peso seco del PMN recuperado del medio de cultivo en 168 horas de incubación. Considerando que PT corresponde al 100% del peso del PMN luego de degradación por esterilizado.



Resultados y Discusión. El consorcio obtuvo un porcentaje de degradación alto de PMN ($95.85\% \pm 1.03\%$) (Fig. 1b). De acuerdo con nuestra hipótesis, la enzima está asociada al proceso degradativo, por lo que el encontrar altos porcentajes de degradación pudiera ser indicativo de la síntesis de la enzima. La concentración de peróxido de hidrógeno en el cultivo después de 168 h fue menor a 10 mM, que es el límite de detección de nuestro ensayo. La incubación de los sobrenadantes con AF generó peróxido de hidrógeno, obteniendo una concentración de $31.2 \mu\text{M}$, lo que indica la presencia de enzimas que oxidan el AF. Hasta el momento se desconoce el o los productos de oxidación; sin embargo, de acuerdo a la estequiometría, podría involucrar varios pasos de oxidación posiblemente catalizados por más de una enzima (Cuadro 1) (Fraaije et al., 1998). Este hallazgo es de importancia debido a que nos ayuda a confirmar la existencia de mecanismos oxidativos utilizados por el consorcio para degradación de lignocelulosa. Por otro lado, genera conocimiento acerca de la existencia de sistemas enzimáticos que pudieran utilizarse como biosensores en la medición de AF, un compuesto fenólico de importancia para la industria cosmética y de alimentos.

Cuadro 1. Producción de AF por enzimas oxidativas sintetizadas por el consorcio PM-06.

	H ₂ O ₂ (mM)
Blanco de reacción (sin AF)	<LOQ
Reacciones con AF	32.11

Conclusiones. El consorcio PM-06 produce sistemas enzimáticos que generan peróxido de hidrógeno a través de la oxidación de AF.

Agradecimiento podría. Al personal del laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química por la atención y el servicio prestado durante la investigación.

Referencias.

1. Guzmán-Pedraza R., Medina Peralta S., Rojas-Herrera R.A., Sánchez-González M. N. (2023). Metasecretome and biochemical analysis of consortium PM-06 during the degradation of nixtamalized maize pericarp. *Biocatal Agric Biotechnol.* **48**:102634
2. Fraaije, M., Sjollem, K., Veenhuis, M., & Van Berkel, W. (1998). Subcellular localization of vanillyl-alcohol oxidase in *Penicillium simplicissimum*. *FEBS Letters*, **422**(1), 65-68.
3. Rostro, M., Sánchez-González, M., Rivas, S., Moure, A., Domínguez, H., & Parajó, J. C. (2014). Non-isothermal autohydrolysis of nixtamalized maize pericarp: Production of nutraceutical extracts. *LWT*, **58**(2), 550-556.
4. Serrano, J., Rojas, R., González, A., Folch, J., Jiménez, D., & Sánchez, M. N. (2019). Degradation profile of nixtamalized maize pericarp by the action of the microbial consortium PM-06. *AMB Express*, **9**(1), 85.

Evaluación de la actividad fitasa producida por el consorcio PM-06

Hoyos Vargas Gabriel Eduardo, Serrano Gamboa José Germán, Rivera Solís Rodrigo, Sánchez González Mónica Noel

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán. C.P. 97203
(a22215809@alumnos.uady.mx, german.serrano@correo.uady.mx, rodrigo.rivera@correo.uady.mx y monica.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Las fitasas son enzimas capaces de hidrolizar el ácido fítico, liberando fósforo inorgánico metabólicamente utilizable y reduciendo el efecto anti nutricional de este compuesto en alimentos como el maíz. Las fitasas desempeñan un papel relevante en las industrias alimentaria y agrícola, debido a que al aumentar la biodisponibilidad de nutrientes y disminuyen la necesidad y dependencia de fertilizantes químicos. Lo anterior aunado a la necesidad de procesos sostenibles y económicamente viables, genera gran interés en aislar y caracterizar microorganismos productores de fitasas [1]. El consorcio PM-06 [2], enriquecido a partir de residuos de tortilla de maíz y tolerante a condiciones alcalinas y temperaturas elevadas, ha demostrado poseer características típicamente asociadas con la promoción del crecimiento vegetal. El objetivo del presente estudio es evaluar *in silico* la expresión de proteínas con dominio fitasa, y de manera cualitativa, la producción de la enzima por el consorcio PM-06.

Metodología. El consorcio PM-06 se cultivó en un medio que contenía 5 g/L de extracto de levadura y 40 g/L de pericarpio de maíz nixtamalizado. Tras un periodo de incubación de una semana, el consorcio fue transferido a medio PSM [3] el cual contiene 5 g/L de fitato de sodio. A una porción de este medio, se le agregaron 5 g/L de glucosa, mientras que el resto quedó como medio mínimo con fitato. Tras la inoculación en placas de agar, los cultivos fueron incubadas a 37°C por 21 días. Las colonias fueron observadas para identificar crecimiento y/o halos de claridad alrededor de las mismas, indicadores de potencial actividad enzimática. Adicionalmente, se realizó un escrutinio funcional del metatranscriptoma del consorcio PM-06 [2], en búsqueda de secuencias codificantes de fitasas empleando perfiles HMM (Hidden Markov Models) recuperados de la base de datos Pfam y previamente identificados como regiones conservadas de fitasa en rizobacterias [4].

Resultados y Discusión. El análisis de secuencias del metatranscriptoma logró identificar dos secuencias que contienen el dominio PF13449, asociado con la actividad esterasa de fitasa, así como un dominio fitasa. Estas proteínas están posiblemente asociadas con la mineralización del fósforo a través de la hidrólisis de fitato. El análisis taxonómico indicó que pertenecen a *Aneurinibacillus migulans* y *Nocardia nova*. El consorcio microbiano PM-06 mostró crecimiento en todos los medios PSM modificados, independientemente de la fuente de carbono empleada. En los medios con dextrosa, las colonias presentaron un crecimiento más abundante y se detectaron halos de claridad alrededor de algunas

colonias, lo que sugiere la solubilización de fitato por formación de ácidos o bien por el consumo del mismo. Los medios sin adición de glucosa mostraron crecimiento escaso, sin la formación de halos, posiblemente por el limitado crecimiento. Debido a que en estos medios la única fuente de carbono fue el fitato, se presume que los microorganismos lograron sobrevivir debido a la presencia de fitasas.

Este tipo de consorcios podría emplearse para la liberación de fósforo en suelos con baja biodisponibilidad de este mineral, reduciendo la necesidad y dependencia hacia los fertilizantes químicos

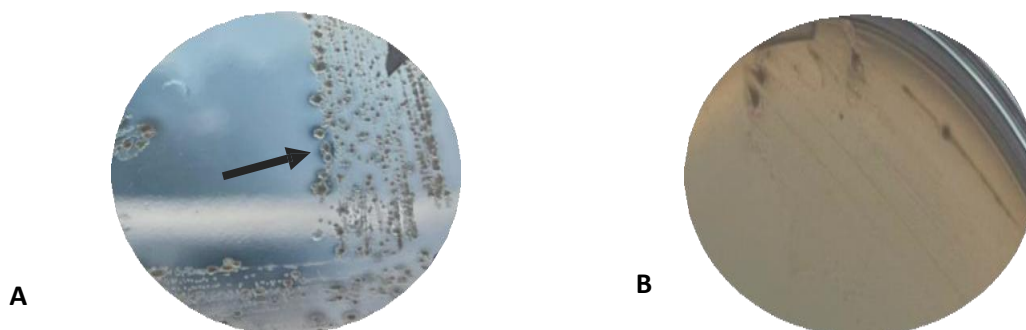


Fig. 1. Determinación cualitativa de producción de fitasas. **A.** Medio PSM con la adición de glucosa. La flecha señala la formación de halos alrededor de las colonias. **B.** Crecimiento microbiano en medio PSM sin la adición de glucosa

Conclusiones. La presencia de secuencias con dominio fitasa, la utilización de fitato como única fuente de carbono y la formación de halos de claridad alrededor de las colonias, indican que el consorcio es candidato a utilizarse para aumentar de biodisponibilidad de fósforo.

Agradecimientos. Al personal del laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la Facultad por la atención y el servicio prestado durante la investigación.

Referencias.

1. Nsabimana S. et al. (2024) ‘Enhancing iron and zinc bioavailability in maize (*Zea mays*) through phytate reduction: the impact of fermentation alone and combination with soaking and germination’ *Frontiers* **11**
2. Serrano-Gamboa, J. G., Fócil-Espinosa, C. A., Cabello-Yeves, P. J., Coutinho, F. H., Rojas-Herrera, R. A., & Sánchez-González, M. N. (2022). *Microbiology Spectrum*, **10**(1), e02318-21.
3. Howson SJ, Davis RP. (1983) Production of phytate-hydrolysing enzyme by some fungi. *Enzyme Microb Technol.* 1983;**5**(5):377–382.
4. El Ifa, W., Belgaroui, N., Sayahi, N., Ghazala, I., & Hanin, M. (2024). Phytase-producing rhizobacteria enhance barley growth and phosphate nutrition. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, **8**, 1432599.

Bioprospección de microorganismos productores de fructanasas autóctonos de la de piña de henequén (*Agave fourcroydes*)

Bacelis Lara Héctor, Gallegos Tintoré Santiago Moisés, Sánchez González Mónica Noel

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida,
Yucatán, C.P. 97203
(A17001083@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En Yucatán, el henequén (*Agave fourcroydes*), se cultiva principalmente para la extracción de fibras de sus hojas, por lo que las piñas de la planta son consideradas un residuo [1]. Sin embargo, las piñas poseen un alto contenido de fructanos que pueden ser utilizados en la generación de jarabes o bien hidrolizados para la producción de oligosacáridos con potencial prebiótico [2]. Para la transformación biológica de fructanos en moléculas de menor tamaño, se necesita la participación de enzimas denominadas fructanasas. Los oligofructanos son productos de alto valor agregado y su producción a través de enzimas se considera de bajo impacto ecológico. Este trabajo tiene como objetivo bioprospectar microorganismos autóctonos del jugo de piña de henequén productores de fructanasas.

Metodología. La piña de henequén se obtuvo de la ex hacienda henequenera de Lepán con una edad aproximada de 7 años. El jugo se produjo utilizando una procesadora de alimentos y posteriormente fue congelado hasta su utilización. Para el aislamiento de los microorganismos, el jugo fue descongelado, y dividido en dos porciones, una de las cuales se dejó fermentar a temperatura ambiente. Ambas muestras de jugo, fermentado y no fermentado, fueron diluidas de forma serial, sembradas en agar papa dextrosa e incubadas a 29 °C. Las colonias aisladas con diferente morfología fueron seleccionadas para su posterior purificación por estría en tres campos. Los aislados purificados fueron seleccionados para determinar la producción de fructanasas utilizando un medio líquido con inulina comercial de achicoria (25 g/L) como única fuente de carbono. La actividad enzimática de los aislados seleccionados fue determinada en sobrenadantes del cultivo líquido los cuales fueron incubados con fructano de henequén al 1% (p/v) por 30 min. Los azúcares reductores producidos fueron medidos por la técnica de Miller utilizando una curva estándar de fructosa [3].

Resultados y Discusión. En total se aislaron 15 microorganismos del jugo de henequén. En el jugo sin fermentar se aisló una mayor variedad de microorganismos con 12 morfologías de colonia diferentes, mientras que en el jugo fermentado solo se logró distinguir una morfología en cada placa. Los microorganismos aislados fueron crecidos en un medio mínimo con fructano como única fuente de carbono en el que solo crecieron tres microorganismos. Las características de morfología microscópica de estos aislados indican que son bacterias. Los aislados fueron posteriormente cultivados en medio de fructanos de henequén al 1% (p/v) y se cuantificó la actividad enzimática. Los resultados, presentados



en el Cuadro 1, muestran la producción de valores similares de actividad enzimática. Estos valores se encuentran dentro del intervalo de producido por bacterias y levaduras.

Cuadro 1. Actividad fructanasa de cepas seleccionadas

Cepa	Crecimiento (600nm)	Actividad (U/mL)
M2	0,823	0,728 ± 0.025
M10	0,895	0,652 ± 0.115
M11	1,166	0,744 ± 0.134

Nota. Una unidad actividad enzimática (U) corresponde a la cantidad de enzima que produce un micromol (μmol) de fructosa por minuto.

Los resultados indican que el jugo sin fermentar es la fuente óptima para bioprospección de fructanasas, esto puede atribuirse a que el jugo sin fermentar preserva microorganismos especializados en degradar fructanos, mientras que la fermentación espontánea enriquece especies que consumen azúcares simples.

Conclusiones. La bioprospección en jugo de henequén permitió encontrar microorganismos con actividad fructanasa. Las cepas autóctonas evaluadas demostraron capacidad para degradar fructanos de manera eficiente.

Referencias.

- [1] C. Magali Ferrer-Serrano, “Extracción de inulina a partir de piñas de desecho de henequeneras cubanas,” *Revista Cubana de Química*, vol. 35, no. 2, pp. 322–327, 2023, [Online]. Available: <https://cubanadequimica.uo.edu.cu/index.php/cqhttps://orcid.org/0000-0003-1616-7932BeatrizZumalacárregui-de-Cárdenas2https://orcid.org/0000-0001-7935-903XMarthaMazorra-Mestre3https://orcid.org/0000-0002-9003-0988>
- [2] R. S. Singh, K. Chauhan, A. Pandey, and C. Larroche, “Biocatalytic strategies for the production of high fructose syrup from inulin,” *Bioresour Technol*, vol. 260, pp. 395–403, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.biortech.2018.03.127.
- [3] S. C. Jain, P. C. Jain, and N. Kango, “PRODUCTION OF INULINASE FROM KLUYVEROMYCES MARXIANUS USING DAHLIA TUBER EXTRACT,” *Brazilian Journal of Microbiology*, pp. 62–69, 2012.

Estudio exploratorio del contenido de etanol en la pulpa de la *Thevethia peruviana* (Pers.) K. Schum en Yucatán, México

Koh Echeverría Luis Eduardo^a, Amado Méndez Keydis^b, Ramos Reyes Sarah Jeanette^b, Díaz Ballote Luis Felipe de Jesús^b, Herrera Zamora Dallely Melissa^{b*}

^aFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5 carretera a Xmatkuil, Mérida, Yucatán, 97100.

^bDepartamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN-Unidad Mérida, km 6 Antigua Carretera a Progreso, Apdo. Postal 73, Cordemex, Mérida, Yucatán, México, 97203. (zollerkoh@gmail.com, dallely.herrera@cinvestav.mx*)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El incremento poblacional y la industrialización han aumentado la demanda energética, actualmente satisfecha por combustibles fósiles, cuyo uso intensivo y la rápida disminución de sus reservas constituyen una preocupación a escala mundial [1,2]. La biomasa, especialmente la lignocelulósica, es una alternativa sostenible para obtener carbohidratos fermentables destinados a la producción de combustibles [3,4]. En este contexto, la *Thevethia peruviana* (Pers.) K. Schum, comúnmente conocida como ‘adelfa amarilla’ [5], especie no comestible, se caracteriza por su alta producción de biomasa y la presencia de glucósidos cardiotónicos, por lo que se plantea como materia prima potencial para producir etanol mediante hidrólisis ácida y fermentación alcohólica. El objetivo de este trabajo es explorar y determinar la presencia y concentración de etanol en la pulpa de *Thevethia peruviana* mediante técnicas analíticas adecuadas, a fin de evaluar su potencial como fuente alternativa para procesos de fermentación y producción de biocombustibles.

Metodología. Se seleccionaron frutos maduros y sanos de *Thevethia peruviana*, se aplicó un pretratamiento de secado sol, con el fin de separar el pericarpio de la semilla y seguidamente se pasaron a un horno de secado para reducir la humedad restante. Las muestras se molieron y tamizaron: el pericarpio (PM) a 74 micras y la semilla (SM) a 70 micras. Posteriormente se realizó un proceso de hidrólisis donde se agregó H₂SO₄ al 4% a cada muestra de biomasa, las cuales se agitaron durante 40 minutos a 60°C. El pH del hidrolizado se ajustó a valor de 4 para ser inoculado y posteriormente fermentado. El producto obtenido se destiló y se realizaron caracterizaciones fisicoquímicas.

Resultados y Discusión. En la Figura 1 a) y b), se observan las gráficas de Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) correspondientes a las muestras PM y SM en comparación con el espectro de etanol puro. Para el etanol puro se identificaron señales correspondientes a los enlaces C–O, C–H y O–H. El estiramiento C–O se observó en 1048 cm⁻¹, 1092 cm⁻¹, 1229 cm⁻¹ y 1348 cm⁻¹. Asimismo, se registraron dos picos de estiramiento C–H en 2890 cm⁻¹ y 2980 cm⁻¹. En cuanto al

estiramiento O–H, se detectó una banda ancha en 3366 cm^{-1} que confirma la presencia de etanol. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado en la literatura [1].

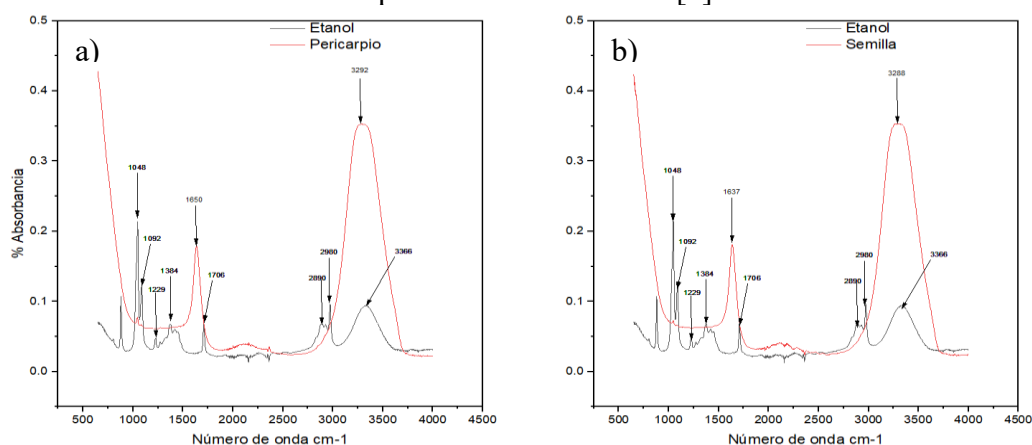


Fig. 1. Espectro FTIR obtenido de las muestras: a) SM y b) PM en comparación con el espectro del etanol puro.

Conclusiones. El estudio realizado permitió identificar la presencia de etanol en la pulpa de *Thevetia peruviana*. Aunque los niveles detectados son preliminares, los resultados sugieren su viabilidad para la obtención de etanol. Sin embargo, la variabilidad observada en el contenido de bioetanol indica la necesidad de profundizar en estudios controlados de fermentación que permitan optimizar las condiciones y mejorar el rendimiento, con el fin de demostrar la posibilidad de dar un uso sostenible a un recurso no convencional en la obtención de etanol.

Agradecimientos. Al Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV)-IPN Unidad Mérida y la CCBA-UADY por la enseñanza académica. Al Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO) del Departamento de Física Aplicada por las caracterizaciones SEM-EDS y DRX, financiado por los proyectos FOMIX-Yucatán 2008-108160, CONACYT LAB-2009-01-123913, 292692, 294643, 188345 y 204822. Dallely Melissa Herrera Zamora agradece al CONAHCYT (SECIHTI) la beca posdoctoral número 8472580 en el marco de “Estancias posdoctorales por México”.

Referencias.

1. Abdul, S., Abu, M., Adam, F. y Jamal, P. (2013) Structures and Hydrogen Bonding Recognition of Mefenamic Acid Form I Crystals in Mefenamic Acid/Ethanol Solution. *I.J.C.E.A.* **4** (3). 124-128.
2. Arismendi, J., Avendaño, A., Parra, J y Rodríguez, D. (2021). Aprovechamiento de aceites vegetales usados para la obtención de biodiesel de segunda generación: una revisión. *C.O.N.B.R.E.P.O.* **1** (1), 1-10.
3. De Esteban, J. (2018). Inhibición del crecimiento de *Phytophthora citrophthora* en presencia de extractos de *Thevetia peruviana*. (Tesis de grado, Universidad Miguel Hernández).
4. Lin, Y. y Tanaka, S. (2006). Ethanol fermentation from biomass resources: current state and prospects. *A.M.B.*, **69** (1), 627–642.
5. Manochio, C., Andrade, B.R., Rodríguez, R.P., y Morales, B.S. (2017). Ethanol from biomass: A comparative overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **80** (1), 743-755.

Desarrollo de una herramienta digital basada en predicción de series temporales para la gestión de inventarios y comercio agrícola

Alarcón-Ruiz, Erika^{1 a}, Mejia-Maldonado, Martha Elena^b, Ordóñez-Pacheco, Luis Daniel^a, Pérez-Arriaga, Edgar^{2 b}

^a Tecnológico Nacional de México/I. T. Ciudad Madero, Cd. Madero, Tamaulipas, México.

^b Tecnológico Nacional de México/I. T. Ciudad Victoria, Victoria, Tamaulipas, México

(erika.ar@cdmadero.tecnm.mx y edgar.pa@cdvictoria.tecnm.mx)

Área de incidencia: Agroindustria sostenible

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. La agricultura desempeña un papel esencial en la economía mundial y en la seguridad alimentaria, especialmente en el contexto actual, donde el cambio climático, la creciente demanda de alimentos y la competencia en los mercados globales representan desafíos significativos para los pequeños y medianos agricultores. En este panorama, surge la necesidad de adoptar soluciones innovadoras que optimicen los procesos agrícolas, fomenten la sostenibilidad y mejoren la competitividad de los productores [1]. AgroConecta es una plataforma de análisis predictivo para optimizar la producción y comercialización agrícola; propone el desarrollo de una plataforma web que integre herramientas de análisis predictivo para la gestión de inventarios y estrategias de comercialización. Su objetivo principal es empoderar a los agricultores mediante el uso de tecnologías avanzadas como Machine Learning y modelos de series temporales, permitiéndoles tomar decisiones estratégicas basadas en datos confiables sobre precios, demandas y tendencias del mercado. La plataforma no sólo busca mejorar la rentabilidad de los productores, sino también contribuir a una agricultura más eficiente y resiliente frente a los desafíos actuales [2].

Metodología. El diseño de AgroConecta se estructuró bajo un enfoque ágil de desarrollo de software y técnicas de predicción. El procedimiento incluyó: 1) Recopilación de datos históricos de precios y volúmenes de demanda: se recopilaron series temporales de productos agrícolas, considerando al menos 24 meses de datos. Se normalizaron unidades, se imputaron valores faltantes y se aplicaron pruebas de estacionalidad. 2) Selección y ajuste del modelo ARIMA: se evaluó la estacionariedad de las series, se determinaron los parámetros p , d , q y estacionales (P , D , Q , m). Se reportaron métricas como MAPE, MAE y RMSE. 3) Implementación de la plataforma: se construyó un sistema web con Node.js y Express en el backend, y HTML, CSS y JS en el frontend. Se utilizan técnicas de Inteligencia Artificial como el modelo estadístico ARIMA [3][4], utilizado comúnmente para analizar y predecir datos de series temporales [5]. La capacidad de este modelo para captar patrones estacionales y tendencias históricas en los precios y la demanda es particularmente útil en el ámbito agrícola, donde los precios y la demanda están influenciados por factores cíclicos y estacionales. La elección de ARIMA se basa en su habilidad para: Modelar patrones cíclicos y tendencias de largo plazo en los datos, realizar ajustes en tiempo real a medida que se recopilan nuevos datos y predecir el comportamiento futuro de las variables.

Resultados y Discusión. Los resultados se organizaron en dos dimensiones: desempeño del modelo de predicción y evaluación de la plataforma. 1) Desempeño del modelo ARIMA: a) Para las series de precios de maíz y tomate, el mejor modelo fue un ARIMA (1,1,1) y ARIMA (0,1,2), respectivamente. Los valores de MAPE oscilaron entre 6% y 12% en los conjuntos de validación. b) Las predicciones a 4 semanas mostraron que los intervalos de confianza capturaron adecuadamente la variabilidad observada en los datos de prueba. c) En algunos casos con fuerte estacionalidad, se probó un SARIMA con parámetros (1,1,1) (1,0,1)₁₂, obteniendo reducciones en el RMSE del 10% respecto a modelos no estacionales. 2) Evaluación de la plataforma: a) Los productores pudieron dar de alta y gestionar inventarios sin dificultad. La tasa de éxito en estas tareas fue del 100%. b) Los consumidores lograron realizar compras simuladas con una tasa de éxito del 90%. c) El tiempo promedio para completar una orden fue de 3 minutos. En la figura 1 se muestran algunas de las interfaces del sistema como es el caso del Menú principal (a) y la Gestión del Inventario (b) dentro de las ventajas se destaca la funcionalidad de explorar productos publicados por otros usuarios, agregarlos al carrito y realizar pedidos.

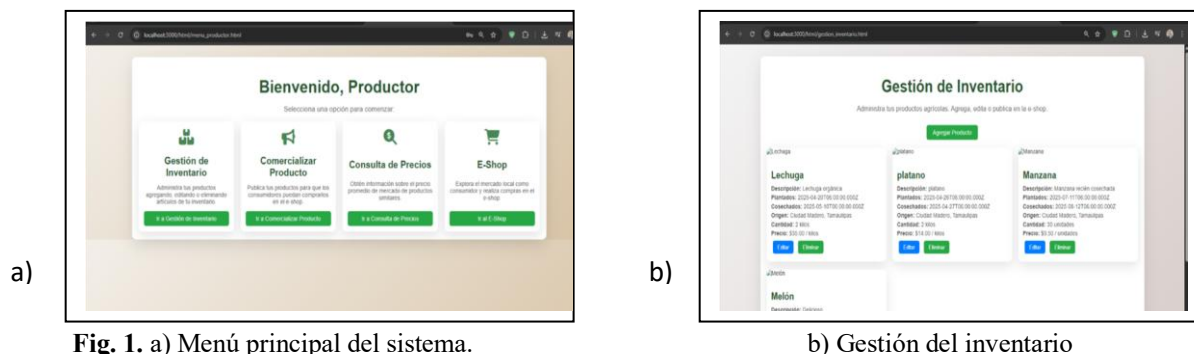


Fig. 1. a) Menú principal del sistema.

b) Gestión del inventario

Conclusiones. El sector agrícola en México se enfrenta a retos complejos como: variabilidad climática, ineficiencias logísticas, volatilidad de los precios y limitada integración digital de pequeños y medianos productores. Estas condiciones afectan directamente la rentabilidad, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de las cadenas productivas. El proyecto contribuye directamente a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre ellos: ODS 2 (Hambre Cero), ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y ODS 13 (Acción por el Clima), mediante soluciones tecnológicas que promueven la eficiencia productiva, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental [6][7].

Referencias.

1. Applications of ARIMA and Machine Learning Models in Agricultural Price Prediction. Computers and Electronics in Agriculture, 183. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.105978>.
2. Malone, T. (2024) Machine learning, explained. MIT Sloan School of Management. Recuperado de <https://mitsloan.mit.edu>.
3. MIT News. (2024) The future of agriculture is computerized. Recuperado de <https://news.mit.edu>.
4. Jennifer Clapp, Sarah-Louise Ruder; Precision Technologies for Agriculture: Digital Farming, Genetically Edited Crops, and the Politics of Sustainability. *Global Environmental Politics* 2020; 20 (3): 49–69. doi: https://doi.org/10.1162/glep_a_00566

Indicadores visuales biodegradables para monitoreo de frescura cárnica

Elsy Verónica Martín Calderón^{*a}, Jorge Carlos Canto Pinto^a, Yasser Alejandro Chim Chi^a, Alejandro Ortiz Fernández^a, Mario Adrián de Atocha Dzul Cervantes^a, Emilio Pérez Pacheco^a, Wendy Argentina de Jesús Cetina López^a.

^a Tecnológico Nacional de México/ITS de Calkiní C.A. Bioprocesos, Av. Ah-Canul S/N, Calkiní, Campeche, México, C.P. 24900
(*9683@itescam.edu.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Los empaques inteligentes con indicadores visuales sensibles al pH permiten detectar el deterioro de alimentos [1]. Las antocianinas, pigmentos naturales con respuesta cromática [2], pueden incorporarse en matrices biodegradables [3]. La cáscara de caimito, rica en compuestos fenólicos, es una fuente viable. En este trabajo se formularon películas biodegradables como sensores de pH.

Metodología. Se prepararon películas biodegradables con almidón y extracto de cáscara de caimito, obtenidas mediante extracción hidroalcohólica. Las películas fueron elaboradas por casting y secadas a temperatura controlada. Se evaluó su comportamiento cromático frente a soluciones buffer (pH 1-12) y carne de pechuga de pollo almacenada, registrando la evolución del color mediante análisis visual y mediciones de ΔE . Los datos fueron interpretados por agrupación de rangos y tiempos de exposición.

Resultados y Discusión. Las películas elaboradas con extracto de cáscara de caimito presentaron un comportamiento cromático dependiente del pH del entorno tal como se puede observar en el cuadro 1. Estos resultados muestran diferencias significativas en el parámetro ΔE , que indica el cambio de color respecto al valor inicial. En condiciones ácidas (pH 1-5), se obtuvo un ΔE promedio de 10.8 ± 1.3 , con un viraje visible de tonalidades rojo intenso a fucsia. Esta respuesta sugiere una alta sensibilidad del sistema relacionados con alimentos en proceso de degradación inicial. En el intervalo neutro (pH 6-8), el cambio de color fue menos pronunciado, con un ΔE de 6.4 ± 0.9 . Visualmente, las películas adquirieron un matiz rosa claro, lo cual puede interpretarse como una transición intermedia que aún no representa una alteración crítica del alimento. En contraste, bajo condiciones básicas (pH 9-12), el sistema mostró un incremento notable en la respuesta cromática (ΔE de 15.2 ± 1.7), acompañada de un cambio hacia colores verdosos o azulados, característicos de descomposición avanzada. Estos resultados muestran el uso de caimitos en películas de TPS como indicadores visuales de pH, capaces de ofrecer indicios de los distintos estados de frescura de productos alimenticios.

Cuadro 1. ΔE promedio de películas con extracto de caimito en función del pH.

pH	Intervalo de pH	ΔE promedio $\pm$ DE	Observación visual
Ácido	1–5	10.8 ± 1.3	De rojo intenso a fucsia
Neutro	6–8	6.4 ± 0.9	Disminución del color, rosa claro
Básico	9–12	15.2 ± 1.7	Transición a tonalidades verdes-azules

ΔE indica el cambio total de color respecto al valor inicial a pH 7

En el Cuadro 2 se muestra la interacción entre las películas con extracto de caimito y la carne de pechuga de pollo. La coloración marrón-rojiza se intensificó conforme aumentó la concentración de antocianinas, siendo más notoria en los tratamientos con 30, 40 y 50 %. Sin embargo, las formulaciones con 10 y 20 % también generaron una respuesta cromática perceptible desde el primer contacto. Durante el almacenamiento, el color se mantuvo estable, con una tendencia gradual al oscurecimiento, más marcada en las concentraciones altas. Los tratamientos con 10 y 20 % mostraron cambios visibles entre el tiempo 0 y 40, estabilizándose posteriormente. En el tratamiento al 30 %, la variación cromática fue notable hasta el tiempo 16. Las películas con 40 y 50 % presentaron comportamiento similar, pero con menor diferencia inicial. Al finalizar el ensayo, el pH del pollo fue de 4.5, asociado a signos visuales y texturales de descomposición avanzada.

Cuadro 2. Respuesta de color de TPS/Antocianina con pechuga de pollo a diferentes tiempos.

Tiempo (h)	10%	20%	30%	40%	50%
0					
16					
24					
40					

Conclusiones. Las películas con extracto de caimito respondieron cromáticamente al pH, mostrando mayores ΔE en medios básicos. Al aplicarse sobre carne de pollo, los tratamientos con 10 y 20 % evidenciaron cambios de color progresivos durante el almacenamiento, reflejando su utilidad como sensores visuales para monitorear el deterioro en productos cárnicos.

Agradecimientos. Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el apoyo financiero otorgado para la realización del proyecto con clave 22174.25-PD.

Referencias.

1. Kuswandi B, Wicaksono Y, Jayus J, Abdullah A, Heng LY (2011) Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety. *Sens Instrum Food Qual Saf.* 5(4):137–146.
2. Giannakourou MC, Koutsoumanis K, Nychas GJ, Taoukis PS (2005) Field evaluation of the application of time–temperature integrators for monitoring fish quality in the chill chain. *Int J Food Microbiol.* 102(3):323–336.
3. Roy S, Rhim JW (2021) Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color-changing packaging systems. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 61(14):2297–2325.



Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el desarrollo de biopelículas celulósicas con aplicación en biomedicina

Pech-Vera Erika del Carmen^a, Dzúl-Vázquez Adrián de Jesús^b, Pérez-Pacheco Emilio^a, Ríos-Soberanis Carlos Rolando^c, Chim-Chi Yasser Alejandro^a, Ortiz-Fernández Alejandro^a, Canto-Pinto Jorge Carlos^a, Dzúl-Cervantes Mario Adrián de Atocha^{a*}

^aTecnológico Nacional de México, Campus Calkiní. C.A. Bioprocesos. Av. Ah Canul por Carretera Federal. Calkiní, Campeche, México, C.P. 24900.

^bTecnológico Nacional de México Campus Mérida, División de Ingeniería Biomédica. Avenida Tecnológico km 4.5 S/n. Mérida, Yucatán, México, C.P. 97118

^cCentro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Materiales, Calle 43, No. 130 x 32 y 34, Colonia Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yucatán, México, C.P. 97205
(9682@itescam.edu.mx; maadzul@itescam.edu.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La industria de cítricos genera grandes volúmenes de residuos, principalmente la cáscara de la naranja dulce, superando los 120 millones de toneladas anuales. En regiones como Campeche, su inadecuada gestión pudiera contribuir a la contaminación ambiental. No obstante, este residuo constituye una fuente rica en biopolímeros, especialmente celulosa, con alto potencial en esquemas de economía circular [1]. Aunque la celulosa ha sido incorporada en biopelículas biodegradables, su aprovechamiento enfrenta retos técnicos para aplicaciones sostenibles. En el ámbito biomédico, apósitos elaborados con celulosa destacan por su biocompatibilidad, retención de humedad y capacidad como barrera microbiana, favoreciendo la cicatrización de heridas [2]. Este trabajo tiene como objetivo la extracción y caracterización de celulosa a partir de los residuos de la cáscara de la naranja dulce para su posible aplicación en biopelículas con potencial uso en parches médicos.

Metodología. La extracción de las fibras de celulosa (FC) a partir de residuos de cáscara de naranja (CN) se realizó de acuerdo con estudios reportados en literatura [3] con algunas variaciones. El proceso consistió en un pretratamiento ácido (H_2SO_4 al 1 % v/v, 100 °C, 1 h), seguido de una etapa de oxidación con NaClO (3.5 % p/v) hasta alcanzar pH 9.2, y posteriormente una extracción alcalina con NaOH (20 % p/v, 3 h, 1200 rpm). Las FC obtenidas fueron sometidas a un blanqueo con NaClO (0.5 % p/v, 1 h), y entre cada etapa se realizaron lavados con agua destilada para eliminar residuos químicos. Finalmente, las fibras se secaron a temperatura ambiente por 24 h. Para su caracterización, se empleó la técnica de Espectroscopía de Infrarrojo por Transformada de Fourier en modo de Reflectancia Total Atenuada (FTIR-ATR) (Nicolet 8700) para identificar grupos funcionales orgánicos, en un intervalo de número de onda entre 4000-650 cm^{-1} y 100 barridos con una resolución de 4 cm^{-1} . La morfología superficial se evaluó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), utilizando un equipo JEOL JSM-5900 LV con voltajes entre 20 y 25 keV, analizando tres réplicas por técnica.

Resultados y Discusión. El análisis FTIR-ATR de las fibras de celulosa (FC) mostró bandas características de este polímero, destacando señales de estiramiento O–H (3330 cm^{-1}), flexión O–H (1022 cm^{-1}) y vibraciones C–H (2925 y 1425 cm^{-1}), así como una señal a 1620 cm^{-1} asociada a humedad superficial residual tras el tratamiento alcalino. Adicionalmente, la banda a 860 cm^{-1} se puede atribuir a la deformación O–C–O típica de la celulosa. Las micrografías SEM revelaron fibras con morfología cilíndrica, rugosa y dispuesta en haces separados, con estructura en forma de cinta entrelazada. La presencia de grietas y poros superficiales sugiere un alto potencial de interacción física con matrices poliméricas, favoreciendo su integración en materiales funcionales como apósitos para aplicaciones biomédicas [3].

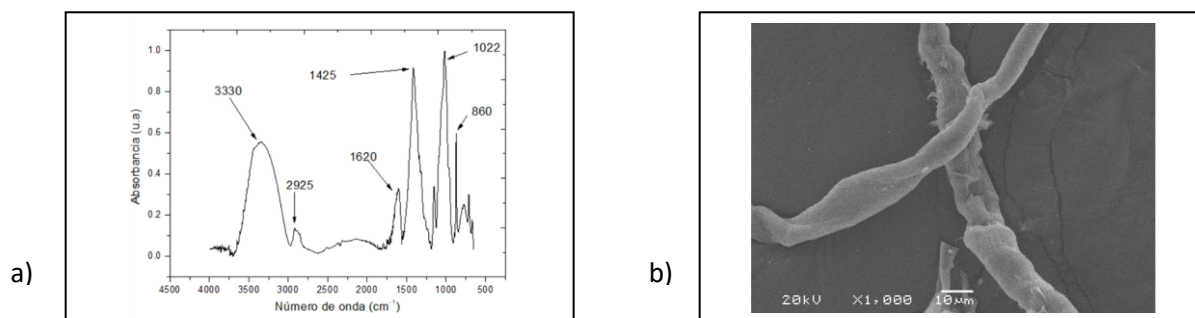


Fig. 1. Caracterización de las FC a) Espectro de FTIR-ATR, b) micrografía SEM.

Conclusiones. Se llevó a cabo la extracción de celulosa a partir de residuos agroindustriales de cáscara de naranja dulce. El análisis espectroscópico por FTIR-ATR confirmó la presencia de celulosa mediante la identificación de bandas correspondientes a sus grupos funcionales característicos. Las micrografías obtenidas por SEM revelaron una morfología superficial rugosa y porosa, lo cual sugiere una estructura favorable para su integración con matrices poliméricas. Los resultados obtenidos respaldan el aprovechamiento de estos residuos cítricos como una fuente viable de biopolímeros, con potencial aplicación en ingeniería de materiales, particularmente en el desarrollo de apósitos para la regeneración de tejidos.

Agradecimientos. Se agradece al MC. José Rodríguez Laviada por el apoyo en la caracterización de los materiales.

Referencias.

1. Nautiyal, Ruchi, Kalia, Debnath, Rautela, Kalia (2025) Corn Starch Plastic: An Overview. *Industrial Crops and Products*. **20** (2): 258-266.
2. Horue, Silva, Berti, Brandão, da Silva, Castro (2023) Bacterial Cellulose-Based Materials as Dressings for Wound Healing. *Pharmaceutics*, **15** (2): 1-26.
3. Moo, Pérez, Ríos, Bello, Cervantes, Dzúl, Estrada (2019) Extraction and Characterization of Natural Cellulosic Fiber From Jipijapa (*Carludovica palmata*). *Chiang Mai J. Sci.* **46** (3): 579-591

Potencial inhibitorio de α -amilasa y α -glucosidasa de extractos de maíz (*Zea mays* L.) de Yucatán y sus derivados

Huitz Segovia Francisco Alejandro, Segura Campos Maira Rubi, Sánchez González Mónica Noel, Uuh Narvaez Jonatan Jafet.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México.
a23220553@alumnos.uady.mx; maira.segura@correo.uady.mx

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En 2024, la diabetes mellitus tipo 2 representó entre 90-95 % de los casos mundiales diagnosticados [1]. A pesar de tratamientos y otras estrategias terapéuticas como dieta, ejercicio y educación, muchos pacientes no logran un control glucémico adecuado [2]. En México, el maíz para ser consumido es cocido bajo condiciones alcalinas, proceso denominado nixtamalización. El principal producto de este proceso es denominado el nixtamal que constituye la base para la preparación de diversos alimentos dentro de los que destaca la tortilla [3]. El maíz contiene una variedad de compuestos fenólicos (CF) con potencial para inhibir enzimas digestivas de carbohidratos, como α -amilasa y α -glucosidasa [4,5]. La inhibición de estas enzimas ayuda a disminuir la absorción de azúcares de la dieta y por lo tanto generar un efecto hipoglucemiante. Sin embargo, se desconoce el efecto de la nixtamalización en la concentración y potencial inhibitorio de los CF. Por lo anterior, el objetivo de este proyecto es determinar el potencial para inhibir α -amilasa y α -glucosidasa de extractos de granos, masa nixtamalizada y tortillas de maíz blanco y amarillo cultivados en Yucatán, México.

Metodología. Para determinar el efecto de la nixtamalización en la composición de los CF, se recolectaron granos, nixtamal y tortillas de maíz amarillo y blanco de la comunidad de Tixmehúac, Yucatán. Los CF libres y unidos covalentemente, fueron extraídos y cuantificados a través de metodologías espectrofotométricas y por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC). La capacidad para inhibir α -amilasa y α -glucosidasa fue determinada *in vitro*, empleando como control positivo acarbosa. Finalmente, la concentración de CF presentes en los extractos fue correlacionada con la actividad inhibitoria enzimática obtenida.

Resultados y Discusión. La concentración CF unidos covalentemente fue mayor a los CF libres. Los granos blancos (3.21 mg GAE/g) y amarillos (1.88 mg GAE/g) tuvieron la mayor concentración de CF, superando a los productos nixtamalizados. La concentración de flavonoides en el maíz blanco fue mayor concentración a la del maíz amarillo. El perfil cromatográfico de los CF libres y unidos de las dos variedades de maíz resultó similar, la diferencia principal fue la presencia de una mayor proporción de compuestos de baja polaridad en la fracción libre. Los ácidos gálico, ferúlico y cinámico se encontraron presentes en ambas variedades. Respecto a la actividad inhibitoria, el control de acarbosa inhibió 83.85% la actividad α -amilasa y 8.15% de α -glucosidasa, mientras que los CF libres de granos amarillos (41.83%)

y tortilla amarilla (14.02%) presentaron mayor de inhibición de α -amilasa y α -glucosidasa. Los extractos de compuestos unidos covalentemente de los granos amarillos y blancos mostraron la mayor inhibición de α -amilasa (47.51% y 47.43%) y α -glucosidasa (4.24% y 2.06%). Si bien en las masas se observa una disminución de estos efectos biológicos, en las tortillas, los CF libres y unidos de la variedad amarilla, mostraron una mayor inhibición enzimática. Estos efectos enzimáticos se correlacionaron significativamente con la concentración CF unidos covalentemente en los granos de maíz; sin embargo, en las tortillas, estos compuestos están en baja concentración [6,7]. Diversos estudios reportan la generación de productos de Maillard durante el cocimiento de las tortillas, por lo que se abre la posibilidad de que estas moléculas sean las responsables de los efectos inhibitorios observados [8,9,10].

Conclusiones. El maíz amarillo y blanco, así como sus productos derivados tienen la capacidad de inhibir enzimas claves en la digestión de los carbohidratos. En particular, las tortillas destacan como un potencial alimento funcional que coadyuve en el control de la hiperglucemia posprandial.

Agradecimientos. Gracias al SECIHTI por la beca 132442, así como por el financiamiento al proyecto PRONAI 316633.

Referencias.

1. Organización Mundial de la Salud. (2023). *Diabetes*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. Fujiwara, Y., Eguchi, S., Murayama, H., Takahashi, Y., Toda, M., Imai, K., & Tsuda, K. (2019). Relationship between diet/exercise and pharmacotherapy to enhance the GLP-1 levels in type 2 diabetes. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 2(3), e00068.
3. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2021). *¿Qué es la nixtamalización?* <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-nixtamalizacion/>
4. Salinas-Moreno, Y., García-Salinas, C., Ramírez-Díaz, J. L., & Alemán-de la Torre, I. (2017). Phenolic compounds in maize grains and its nixtamalized products. *Phenolic compounds-natural sources, importance and applications*, 8, 215-232.
5. Zhang, Q., de Mejia, E. G., Luna-Vital, D., Tao, T., Chandrasekaran, S., Chatham, L., & Kumar, D. (2019). Relationship of phenolic composition of selected purple maize (*Zea mays* L.) genotypes with their anti-inflammatory, anti-adipogenic and anti-diabetic potential. *Food Chemistry*, 289, 739-750.
6. Aleixandre, A., Gil, J. V., Sineiro, J., & Rosell, C. M. (2022). Understanding phenolic acids inhibition of α -amylase and α -glucosidase and influence of reaction conditions. *Food Chemistry*, 372, 131231.
7. Hu, C. M., Wang, W. J., Ye, Y. N., Kang, Y., Lin, J., Wu, P. P., & Zhang, K. (2021). Novel cinnamic acid magnolol derivatives as potent α -glucosidase and α -amylase inhibitors: Synthesis, *in vitro* and *in silico* studies. *Bioorganic chemistry*, 116, 105291.
8. Ademiluyi, A. O., Osalusi, S. E., Oyeleye, S. I., & Oboh, G. (2019). Antioxidant properties and inhibitory effects of selected tyrosine-derived Maillard reaction products on α -amylase, α -glucosidase and angiotensin-1 converting enzyme activities. *Biokemistri*, 31(2), 53-62.
9. Xiao, Q., Woo, M. W., Hu, J., Xiong, H., & Zhao, Q. (2021). The role of heating time on the characteristics, functional properties and antioxidant activity of enzyme-hydrolyzed rice proteins-glucose Maillard reaction products. *Food Bioscience*, 43, 101225.
10. Teodorowicz, G., Bastiaan-Net, S., Hoppenbrouwers, T., & Wichers, H. J. (2024). The Maillard reaction and food allergy: Impacts on sensitisation and on elicitation. In *Encyclopedia of Food Allergy*, 212-224. Elsevier.

Efecto antioxidante de extractos del fruto de Guamuchil (*Pithecellobium dulce*) en carne molida de res

Martínez Martínez Yaneisy Y^a, Oropeza Arellano Jaqueline D^a, Aguila Gonzáles María F^a, Bravo Alonso Alessandra S^a, Soto Castro Delia^b, Guadarrama Mendoza Paula C^a, Villalobos-Delgado Luz H^{a*}.

^aInstituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Av. Doctor Seara Vázquez #1, Acatlima, Heroica Ciudad de Huajuapán de León Oaxaca, 69000.

^bCIIDIR, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, C. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán Oaxaca, 71233. (yedaniyaneisymar@gmail.com, vidluz@mixteco.utm.mx*)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. La oxidación lipídica y proteica es una de las principales causas de deterioro en productos cárnicos. Este fenómeno se intensifica en productos como la carne molida de res debido a la mayor exposición de sus lípidos a catalizadores oxidativos. Para controlar estos procesos oxidativos se han utilizado antioxidantes sintéticos (BHA, BHT). Sin embargo, su uso ha generado preocupación por los posibles efectos adversos para la salud. En este contexto, los extractos vegetales ricos en compuestos fenólicos han demostrado una destacada actividad antioxidante [1]. Guamúchil es un fruto con un contenido significativo de polifenoles y potencial antioxidante [2]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto antioxidante de extractos de guamúchil rojo y blanco sobre la estabilidad oxidativa y del color en carne molida de res.

Metodología. Se obtuvieron extractos etanólicos (etanol potable) a partir del polvo del arilo de los frutos maduros de guamúchil blanco (GB) y rojo (GR), considerando una relación 1:10 (p/v). Se les determinó el contenido de fenoles totales (CFT) y su actividad antioxidante (CUPRAC). A la carne molida de res, cruda (C) y cocinada (Co) (72 °C), se incorporaron los extractos (CGB y CGR) en una proporción de 3 g/kg carne y también se preparó un control (CTL; sin extracto). Todos los tratamientos se almacenaron en los días 1, 3, 6, y 8 a 4 °C. A la carne cruda y cocinada se le determinaron los TBARS (malondialdehído [MAD] mg/kg), mientras que, a la carne cruda se le determinó el contenido de metamioglobina (MMb) (%).

Resultados y Discusión. A pesar de que GB presentó un mayor CFT y una mejor capacidad antioxidante *in vitro*, en la matriz cárnica, CGR presentó los niveles más bajos de TBARS (día 8) y %MMb, comparado con CGB y el CTL. Este resultado sugiere que la capacidad antioxidante no depende exclusivamente del contenido total de fenoles en el extracto, sino también del tipo de fitoquímicos presentes y de cómo estos interactúan con el entorno de la carne [1]. Asimismo, en la carne cocinada (Co-CTL y Co-CGB) se pudo observar un elevado incremento en los valores de TBARS (> 2 mg MAD/kg) a partir del día 3 de almacenamiento debido a que el calor promueve la liberación de hierro no hemo, lo que acelera la peroxidación lipídica [3]. La reducción de %MMb en CGR (cruda) sugiere una mejor conservación del color rojo deseado, atributo relevante para la aceptación sensorial del producto.

Cuadro 1. CFT y actividad antioxidante (CUPRAC) de GB y GR.

Extracto	CFT equivalente de AG (mg de extracto/ mg de AG)	CUPRAC equivalente de AG (mg extracto/ mg AG)
GB	170.7369 ^a	690.8960 ^a
GR	145.7921 ^b	570.6979 ^b

^{a-b}: Diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

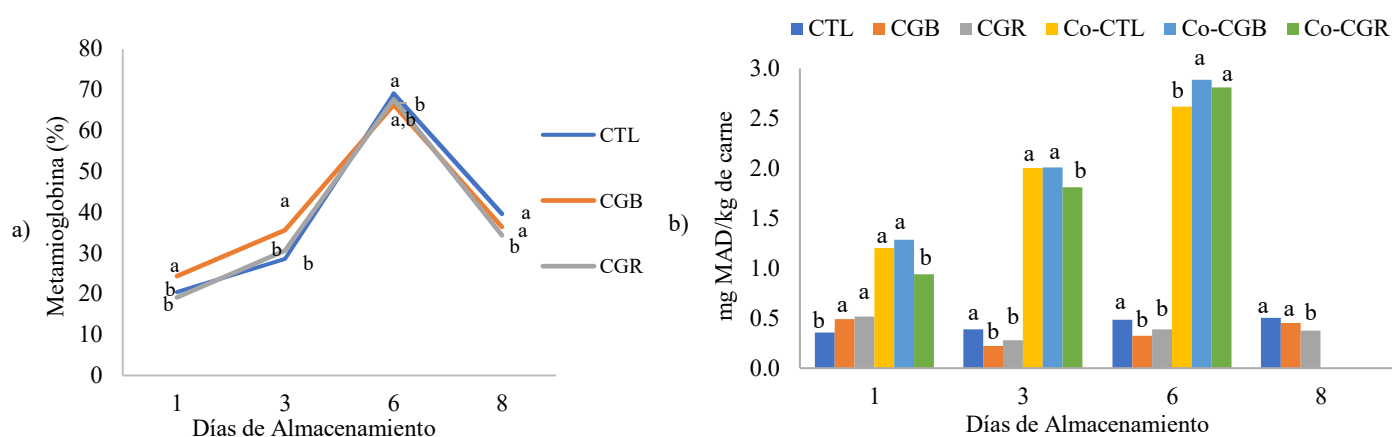


Fig. 1. Efecto de GB y GR sobre el contenido de MMB y los TBARS en carne molida durante su almacenamiento a 4 °C. Carne cocinada: Co-CTL, Co-CGB, Co-CGR. ^{a-b}: Diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Conclusiones. Aunque GB presentó mayor capacidad antioxidante *in vitro*, GR mostró mejor actividad antioxidante en carne molida de res en refrigeración (CGR), siendo el tratamiento más eficaz para reducir la oxidación lipídica y la formación de MMB carne. Estos hallazgos refuerzan el valor de *Pithecellobium dulce* como alternativa natural a los antioxidantes sintéticos en productos cárnicos, con beneficios potenciales en vida útil, calidad visual y aceptación del consumidor.

Agradecimientos. A la Universidad Tecnológica de la Mixteca (Proyecto: IA/017-2024), al CIIDIR-IPN Oaxaca por su apoyo técnico y analítico para la realización de esta investigación.

Referencias.

- Domínguez R., Pateiro M., Gagaoua M., Barba F.J., Zhang W., Lorenzo J.M. (2019) A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*. 8(10):429.
- Pío León, J. F., Díaz Camacho, S. P., Montes Ávila, J., López Angulo, G., & Delgado Vargas, F. (2013). Nutritional and nutraceutical characteristics of white and red *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth fruits. *Fruits*, 68(5): 397–407.
- Bastida S. et al. (2008) Antioxidant activity of carob fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled and frozen storage. *Food Chem.*, 116(3):748-754.

Estabilidad oxidativa en carne de res para hamburguesas con extracto de Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)

Oropeza Arellano Jaqueline D^a, Martínez Martínez Yaneisy Y^a, Jiménez Pacheco Erika^a, López Ríos Ana K^a,
Soto Castro Delia^b, Guadarrama Mendoza Paula C^a, Villalobos-Delgado Luz H^{a*}

^aInstituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Av. Doctor Seara Vázquez #1 Acatlima,
Heroica Cdad. de Huajuapán de León, Oaxaca, 69000.

^bCIIDIR, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, C. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán,
Oaxaca, 71233.

(jaqueline.oropeza09@gmail.com, vidluz@mixteco.utm.mx*)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral en Línea

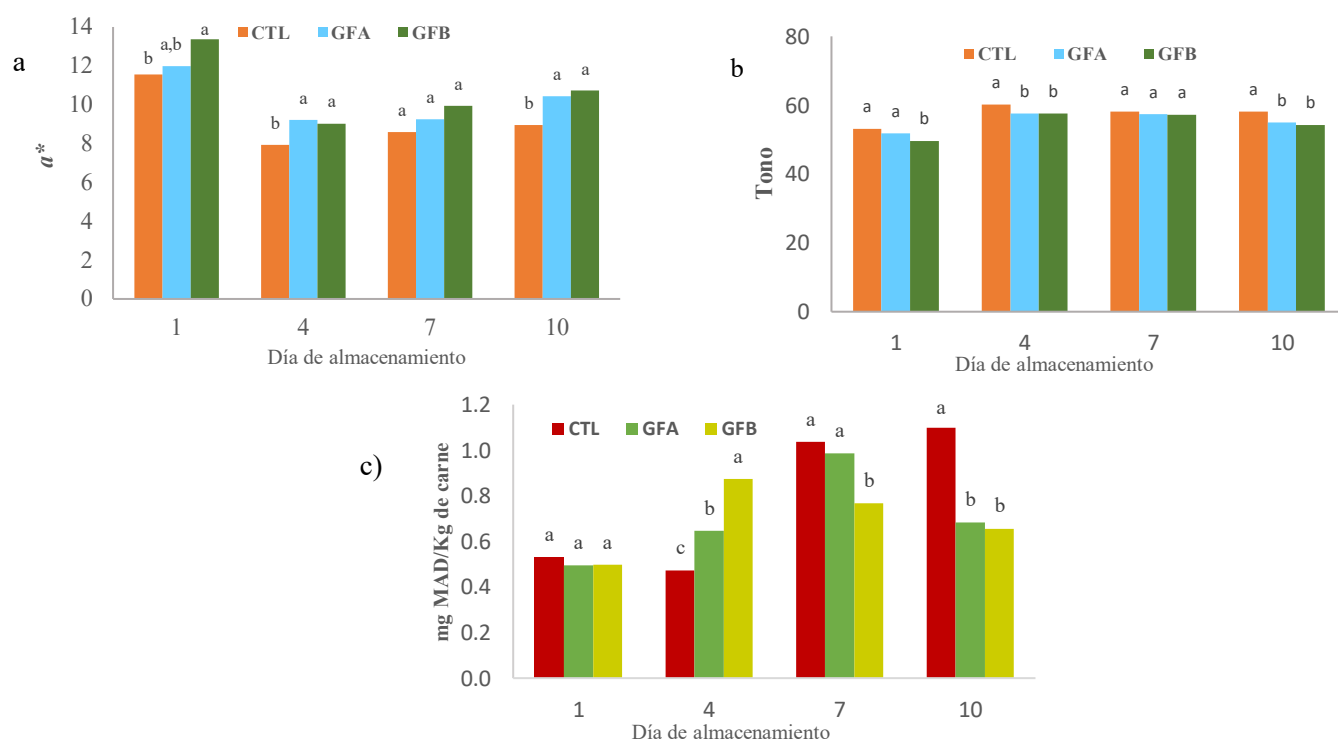
Introducción. La oxidación lipídica y proteica reduce la calidad de los productos cárnicos. Los antioxidantes sintéticos estabilizan los procesos de oxidación. Sin embargo, han sido considerados un riesgo para la salud. Recientes investigaciones se han dirigido a la identificación de antioxidantes naturales provenientes de diversas fuentes vegetales [1]. El garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) es una cactácea cuyos frutos son ricos en fitoquímicos tales como las betalaínas (betaxantinas y betacianinas), kaempferol, Quercetina 3-glucósido, entre otros., los cuales han demostrado actividad antioxidante [2]. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad antioxidante del extracto del fruto de garambullo, así como el efecto de su incorporación en carne cruda de res para preparar hamburguesas evaluando su estabilidad lipídica y del color, durante su almacenamiento en refrigeración.

Metodología. Los frutos maduros del garambullo se recolectaron en Zapotitlán Salinas, Puebla. El extracto se obtuvo de frutos frescos (GF) y congelados (GC), los cuales previamente se secaron y molieron. El polvo se mezcló con alcohol potable 1:5 (p/v). A ambos extractos (GF y GC) se les determinó el contenido de betalaínas y la actividad antioxidante (DPPH•). La carne cruda de res se preparó utilizando el extracto con mejor actividad antioxidante (GF) a dos concentraciones. De esta manera, se establecieron tres tratamientos: carne sin extracto (control negativo; CTL), carne con 1 g de extracto/kg carne (GFA) y carne con 2 g de extracto/kg de carne (GFB), los cuales se almacenaron a 4 °C y se evaluaron al día 1, 4, 7 y 10. Sobre la carne se determinaron las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS; mg de malondialdehído [MAD]/kg carne) y el color instrumental (*a** y Tono).

Resultados y Discusión. GC presentó mayor contenido de betalaínas (mayor madurez), mientras que GF mostró mayor actividad antioxidante. Al día 10 de almacenamiento, ambos tratamientos mostraron mejor conservación del color (parámetros *a** y Tono), mientras que GFB redujo ($P<0.05$) los valores de TBARS, especialmente a los días 7 y 10. Esto se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos del extracto, entre los cuales destacan las betalaínas (glicina betaxantina, indicaxantina, asparagina-betaxantina) y los polifenoles (kaempferol, epicatequina y quercetina 3-glucósido), entre otros compuestos [2].

Cuadro 1. Contenido de Betalainas y actividad antioxidante GF y GC.

	GF	GC	Significancia
Betalainas (mg/Kg)	454.0 ^b	680.9 ^a	$P < 0.05$
DPPH IC ₅₀ (mg de extracto/mg Ácido Gálico)	558.9 ^b	723.2 ^a	$P < 0.05$

**Fig. 1** Efecto de la incorporación de GF sobre el color (a y b) y los valores de TBARS (c) en la carne cruda. ^{a-b}: Letras diferentes indican diferencias significativas.

Conclusiones. El GF presentó mayor actividad antioxidante. Su incorporación, especialmente a 2 g extracto/kg carne, permitió reducir la oxidación lipídica (TBARS) y conservar mejor el color durante el almacenamiento de la carne cruda de res. Estos resultados sugieren que el extracto de garmbullo fresco puede ser una alternativa para mejorar la estabilidad oxidativa en productos cárnicos.

Agradecimientos. A la Universidad Tecnológica de la Mixteca (Proyecto: IA/019-2025), al CIIDIR unidad Oaxaca y todo el personal involucrado para la realización de este proyecto.

Referencias.

- Villalobos-Delgado L H, Mateo J, Caro I, Leal R M Y, Gutiérrez M N, Gómez CR, González M E G. (2019). *Natural antioxidants in fresh and processed meat*. En: Sustainable meat production and processing. Galanakis C. M (Ed.). Academic Press, United Kingdom, 207–236.
- Correa-Betanzo J, Jacob JK, Perez-Perez C, Paliyath G. (2011). Effect of a sodium caseinate edible coating on berry cactus fruit (*Myrtillocactus geometrizans*) phytochemicals. *Food Res Inter.* 44: 1897–1904.

Evaluación antioxidante *in vitro* de extractos de cáscara de *Opuntia robusta* (nopal)

Sosa-Crespo Irving^a, Chel-Guerrero Luis^a, Betancur-Ancona David^a, Vioque-Peña Javier^b, Jiménez-Martínez Cristian^c, Gallegos-Tintoré Santiago^a

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

^b Instituto de la grasa (C.S.I.C.), Campus de la Universidad Pablo de Olavide, Edificio 46 Ctra. De Utreta, km1, 41013, Sevilla, España.

^c Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México (irving.sosa@correo.uady.mx y santiago.gallegos@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. México es el país originario de la especie de nopal *Opuntia robusta* perteneciente a la familia de las cactáceas [1]; los subproductos generados a partir su producción primaria (cáscara) podrían aprovecharse para la extracción de compuestos antioxidantes como ácidos fenólicos, flavonoides y carotenoides con propiedades protectoras frente al daño oxidativo y a las enfermedades neurodegenerativas (END). Se ha advertido el aumento del deterioro de proteínas específicas por la presencia elevada de las especies reactivas del oxígeno por lo que las END son las más estudiadas en el contexto del estrés oxidativo [2]. **Objetivo:** Cuantificar *in vitro* la actividad antioxidante de extractos de la cáscara de *Opuntia robusta* cosechadas en el estado de Hidalgo, México.

Metodología. Las cáscaras de la *Opuntia* fueron secadas y molidas empleando un procesador de alimentos Moulinex® modelo AR9868 y posteriormente secadas en un estufa de convección de aire a 60 °C. Se elaboró un extracto acuoso, uno etanólico y otro con una mezcla etanol-agua (1:1). Se determinó la actividad antioxidante, mediante el método de DPPH (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl); los valores obtenidos fueron comparados con un antioxidante comercial (BHT) [3].

Resultados y Discusión. Los datos obtenidos demostraron que existió diferencia significancia ($p < 0.05$) en cuanto a la captación de radicales libres (% CRL) siendo mayor en los extractos etanólicos y en la mezcla agua-etanol en comparación con el extracto acuoso; este pudiera deberse a la polaridad de las moléculas que en su mayoría poseen grupos hidroxilos [4]. Los resultados obtenidos a partir de los extractos etanólicos y de la mezcla etanol-agua, fueron similares a los obtenidos con el antioxidante comercial BHT, lo que sugiere el potencial funcional de la cáscara de *Opuntia robusta*.

Conclusiones. Se cuantificó la actividad antioxidante *in vitro* de los extractos obtenidos de cáscaras de *Opuntia robusta*, encontrando la mayor actividad en el extracto etanólico y en la mezcla agua-etanol, siendo similares al estándar comercial, lo que sugiere su potencial efecto; lo anterior proporcionaría un



valor agregado a la cáscara de este nopal, debido a su aprovechamiento para la obtención de ingredientes funcionales.

Agradecimientos. Al Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España por el financiamiento y a la Facultad de Ingeniería Química de la UADY por facilitar el uso de sus instalaciones.

Referencias.

1. López-García, J. J., Fuentes-Rodríguez, J. M., & Rodríguez, R. A. (2002). *Production and use of Opuntia as forage in northern Mexico*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
2. Coronado H, M, Vega y León, S, Gutiérrez T, Rey, Vázquez F, Marcela, Radilla V, Claudia. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2):206-212.
3. Shukla S, Mehta A, Bajpai VK. (2009). *In vitro* antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of *Stevia rebaudiana*. *Food and Chemical Food*. 47: 2338-2343
4. Muñoz, C. W., Chavez, R. W., Pabón, L. C., Rendón, M. R., Patricia-Chaparro, M., & Otálvaro-Álvarez, Á. M. (2015). Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de Champa (*Campomanesia lineatifolia*). *Revista CENIC* (46):38-46.

Caracterización metabolómica y potencial nutracéutico del fruto de *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem

Medina Dzul Kati^a, Sánchez Mario^b, Ovando Martínez Maribel^c, León Soqui Daniel^c, Molina domínguez Claudia^c

^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal, Av. Tecnológico s/n. Conkal, Yucatán. C.P. 97345

^bCentro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. Alianza Norte 202, PIIT, Carretera Monterrey-Aeropuerto Km. 10, Apodaca, N.L., C.P. 66628.

^c Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Donaldo Colosio s/n, Col. Centro, Hermosillo, Sonora C.P. 83000.
(kati.md@conkal.tecnm.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem, conocida localmente en Yucatán como *pepino kat*, es un fruto dulce y jugoso con usos culinarios y medicinales en la tradición maya. En la medicina popular mexicana se emplea para tratar tos, dolor renal, fiebre y diabetes [1]. Aunque se ha reportado su efecto hipoglucemiante atribuido al lactucin-8-*o*-metacrilato [2], el perfil completo de metabolitos sigue sin caracterizarse. Conocer su composición fitoquímica permite identificar compuestos bioactivos y comprender sus posibles beneficios para la salud. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar el perfil global de metabolitos y cuantificar compuestos con potencial nutracéutico en el fruto de *P. aculeata*.

Metodología. Los frutos fueron recolectados en una parcela familiar en Mocochá, Yucatán. El perfil metabolómico se analizó mediante UPLC-QTOF-MS, con ionización por electrospray en modos positivo y negativo. Los datos se procesaron con el software Progenesis QI (Waters), aplicando alineación, normalización y deconvolución según parámetros estándar. La identificación preliminar se realizó mediante bases de datos (Chemspider, PlantCyc, KEGG, HMDB, ChEBI y una base interna), con umbral de coincidencia $\geq 80\%$ para iones precursores, reforzada con datos de MS/MS, tiempos de retención y patrones isotópicos. La cuantificación de fenoles y vitaminas liposolubles se realizó por HPLC-DAD, carbohidratos por HPLC-ELSD, minerales por emisión atómica y ácidos grasos por GC-MS.

Resultados y Discusión. Mediante UPLC-QTOF-MS se detectaron 725 especies iónicas, de las cuales 275 fueron identificadas, incluyendo flavonoides, piperazinas, cumarinas, sesquiterpenos, carbohidratos y vitaminas. Destacan compuestos como genkwanina y hesperidina, asociados a efectos neuroprotectores y antidiabéticos [4], y la posible presencia de metformina, sugerida por coincidencia de masa y patrón de fragmentación. Entre los polifenoles, el ácido clorogénico ($340 \pm 0,00 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) fue el más abundante, seguido del ácido gálico ($220 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido 4-hidroxibenzoico ($210 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), ácido *p*-cumárico ($80 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), catequina ($70 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) y cianidina ($50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Estos compuestos refuerzan el potencial



antioxidante y antiinflamatorio del fruto. En vitaminas liposolubles, se detectó una señal compatible con β -caroteno, aunque por debajo del límite de cuantificación ($0.045 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Los carbohidratos predominantes fueron sacarosa ($78.0 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mg}^{-1}$), fructosa ($3.06 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mg}^{-1}$) y glucosa ($2.77 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mg}^{-1}$). En minerales, el potasio ($13.261 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) fue el más abundante, seguido de calcio, fósforo, magnesio y sodio; el zinc ($27.27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) y hierro ($22.03 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) presentaron niveles nutricionalmente relevantes. En cuanto a ácidos grasos ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), destacó el oleico (87.1 ± 1.36), seguido del linolénico (29.5 ± 0.27), palmítico (38.8 ± 0.71) y linoleico (21.9 ± 1.81). La presencia de ácidos grasos poliinsaturados esenciales, especialmente linolénico, sugiere que este fruto podría ser una fuente alternativa vegetal viable, incluso frente a fuentes marinas.

Conclusiones. Este estudio reporta por primera vez un perfil metabolómico amplio de *P. aculeata*, identificando 275 compuestos, incluidos flavonoides, sesquiterpenos, genkwanina, hesperidina y posibles análogos de metformina. El alto contenido de polifenoles, ácidos grasos esenciales, minerales y carbohidratos de absorción moderada posicionan a *P. aculeata* como una valiosa fuente nutracéutica y nutrimental. Sus componentes respaldan usos tradicionales y sugieren beneficios potenciales en el manejo de enfermedades crónicas. Estos hallazgos aportan evidencia científica sólida al valor funcional de esta especie nativa.

Agradecimientos. Los autores agradecen a Julio Alejandro Rivera Haro por su valioso apoyo en la determinación de minerales y el acceso al Laboratorio de Análisis Químico del CIMAV Monterrey.

Referencias.

1. Lim TK (2012) *Parmentiera aculeata*. In Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Springer, Dordrecht, Australia, 508-511.
2. Pérez-Gutiérrez RM, Pérez-Zavala MA (2000) Hypoglycaemic effects of lactucin-8 O-methylacrylate of *Parmentiera edulis* fruit. *Ethnopharmacol.* 71 (3): 391–394.
3. Hernández-Cervantes F, Ochoa-Alejo N, Martínez O and Ordaz-Ortiz JJ (2022) Metabolomic analysis identifies differences between wild and domesticated chili pepper fruits during development (*Capsicum annuum* L.). *Front Plant Sci.* 13(2):1–10.
4. Menyiy NE, Aboulaghras S, Bakrim S, Moubachir R, Taha D, Khalid A, Abdalla AN, Algarni AS, Hermansyah A, Ming LC, Rusu MI and Bouyahya A (2023) Genkwanin: An emerging natural compound with multifaceted pharmacological effects. *Biomed Pharmacother.* 165: 115159.

Coacervación compleja a partir de aislado de proteína de suero de leche y κ -carragenina asistida por ultrasonido de alta intensidad para el desarrollo de un postre tipo natilla bajo en calorías

Hernández-Zenteno Jhovanny^a, Vargas-Castro Sara Abigail^{a,b}, Ruiz-López Irving Israel^a, Ruiz-Espinosa, Héctor^a

^aFacultad de Ingeniería Química. Colegio de Ingeniería en Alimentos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. San Claudio y 18 Sur, Cd. Universitaria, Col. Sn. Manuel, Puebla, Pue. México. C.P. 72570.

^bSecretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). Av. de los Insurgentes Sur 1582, Crédito Constructor, Benito Juárez, Ciudad de México. C.P. 03940
(jhovanny.hernandez@alumno.buap.mx, hector.ruiz@correo.buap.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. El creciente interés por una alimentación saludable ha impulsado el desarrollo de alimentos con valor nutricional mejorado y bajo contenido calórico [2,5]. En este contexto, la coacervación compleja (CC) entre aislado de proteína de suero (WPI) y κ -carragenina (KC) asistida por ultrasonido de alta intensidad (US), es una tecnología emergente sostenible y representa una innovación para matrices alimenticias con propiedades funcionales mejoradas [1,6]. Este trabajo explora dicha sinergia para formular un postre tipo natilla bajo en calorías, con mejor textura, estabilidad y perfil sensorial, ofreciendo una alternativa viable y saludable en la industria de alimentos.

Metodología. Se dispersaron por separado los biopolímeros WPI y KC (2% p/p en agua desionizada, 24 h) [6]. La dispersión de WPI (ajustada a pH 3) fue sometida a tratamiento con ultrasonido de alta intensidad (UP400S, 24 kHz, 400 W) utilizando una sonda de titanio, con una energía real aplicada de $E = 42.2 \text{ W} \cdot \text{s/mL}$. Posteriormente, se incorporó la dispersión de KC (ajustada a pH 7) y se agitó durante 2 minutos para inducir la formación de coacervados complejos (CC). Para el proceso de elaboración de la natilla se hizo un diseño de mezclas de tres componentes (TMD) del que se obtuvieron siete formulaciones, incluyendo como variables: CC (75-89%), concentrado de caseína micelar (MCC) (1-10%) y azúcar refinada (10-15%). Los ingredientes de cada formulación, fueron colocados en envases de vidrio de 20 mL y la mezcla se realizó utilizando un homogeneizador Ultra Turrax (T25 digital) por 2 min. Posteriormente, las muestras se mantuvieron en refrigeración (3°C, 24h). Como control se utilizó un producto comercial (natilla, LALA). Las propiedades reológicas se determinaron utilizando un reómetro Brookfield (RST-CPS, EE. UU.) con control de temperatura, acoplado a la aguja RCT-50, para lo cual se realizó un ensayo de calentamiento (ramp heating) desde 22.2 °C a 50.1 °C, con un gradiente de velocidad constante (1.309 s^{-1}), evaluando el esfuerzo cortante (Pa) y la viscosidad aparente ($\text{Pa} \cdot \text{s}$). Para el análisis de textura se utilizó un texturómetro (TA.XT. Plus), determinando firmeza, esfuerzo de corte, adhesividad y fuerza de adhesión. Todas las pruebas se realizaron por triplicado y los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía ($p < 0.05$) [3].

Resultados y Discusión. De acuerdo al análisis reológico se determinó un comportamiento pseudoplástico, típico de sistemas complejos (proteína-polisacárido) [3], sensible a la temperatura para todas las muestras, al disminuir la viscosidad y el esfuerzo cortante de forma progresiva bajo un gradiente constante (1.309 s^{-1}). Esto indica que la natilla tiene una estructura interna termo-dependiente,

probablemente asociada a la desorganización progresiva de la red bio polimérica. Por otro lado, de acuerdo a los resultados de textura, el control presentó una firmeza significativamente mayor que las formulaciones con coacervados. Sin embargo, la adición de MCC incrementó esta propiedad en las muestras experimentales, destacando la muestra 3 como la más firme tras el control. La muestra 2 tuvo mayor contenido de azúcar y menor MCC presentando la firmeza más baja. Esta tendencia también se reflejó en los valores de esfuerzo de corte, indicando una red proteica más densa, favorecida por la MCC, mejorando tanto la resistencia a la compresión como a la deformación tangencial, actuando como agente estructurante clave en la matriz del postre. Por otro lado, el control mostró los valores más bajos tanto en adherencia como en trabajo de adhesión, lo que sugiere una textura menos cohesiva. En cambio, la muestra 5, con el mayor contenido de MCC, presentó los valores más negativos de adherencia (-132.33 g) y trabajo de adhesión (-86.51 g·s), lo que indica una matriz más cohesiva y adhesiva, posiblemente debido a la mayor hidratación de biopolímeros y contenido de sólidos. La muestra 3 también se destacó por su elevada adhesividad, atribuida a su alto contenido en coacervados y MCC, lo que apunta a la formación de una red estructural densa por la interacción entre biopolímeros [1,6]. En contraste, las muestras 1, 2, 6 y 7 presentaron adherencia intermedia, pero con trabajos de adhesión más bajos, lo que sugiere que, aunque generan fuerza adhesiva al contacto, su efecto no se mantiene de forma prolongada.

Conclusiones. El tratamiento ultrasónico optimiza la interacción proteína-polisacárido, favoreciendo una matriz densa y cohesiva. La MCC actúa como un agente estructurante clave, incrementando significativamente la firmeza y adhesión del sistema. El producto exhibe un comportamiento reológico pseudoplástico sensible a la temperatura, y propiedades de textura características.

Agradecimientos. Agradezco a Dra. Sara Abigail Vargas Castro por su ayuda para la realización de este proyecto.

Referencias.

1. Chen BC, Li HJ, Ding YP, Suo HY (2012) Formation and microstructural characterization of whey protein isolate/beet pectin coacervates by laccase catalyzed cross-linking. *LWT—Food Sci Technol.* 47(1):31–38.
2. LaClair CE, Etzel MR (2010) Ingredients and pH are key to clear beverages that contain whey protein. *J Food Sci.* 75(1):C21–C27.
3. Jones OG, McClements DJ (2010) Biopolymer nanoparticles from heat-treated electrostatic protein–polysaccharide complexes: factors affecting particle characteristics. *J Food Sci.* 75(1): N36–N43.
4. Klassen DR, Nickerson MT (2012) Effect of pH on the formation of electrostatic complexes within admixtures of partially purified pea proteins (legumin and vicilin) and gum arabic polysaccharides. *Food Res Int.* 46(1):167–176.
5. Chen LY, Remondetto GE, Subirade M (2006) Food protein-based materials as nutraceutical delivery systems. *Trends Food Sci Technol.* 17(5):272–283.
6. Doublier JL, Garnier C, Renard D, Sanchez C (2000) Protein–polysaccharide interactions. *Curr Opin Colloid Interface Sci.* 5(3–4):202–214.

Análisis bromatológico de la harina de Pepino Kat (*Parmentiera Aculeata* Seem) para su revalorización como fruto subutilizado

Dzul Cervantes Mario Adrián de Atocha^a, Poot Can Susana Noemí^a, Poot Can Andrea de los Angeles^a, Turriza Haas Gladis Aracely^a, Pacheco López Neith^b, López Martín Héctor^b, Jimenez Morales Karina^c, Nahuat Dzib Sara Luz^d, Moreno Vázquez Didier René^e, Pech Cohuo Soledad Cecilia^f

^aTecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Avenida AH-Canul Sin Número, Calkiní, Campeche, C.P. 24900.

^bCentro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Tablaje Catastral 31264 Km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto, Mérida, Yucatán, C.P. 97302.

^cUniversidad Politécnica de Yucatán, Tablaje Catastral 7193, Carretera, Mérida - Tetiz Km.4.5, Ucu, Yucatán, C.P. 97357.

^dTecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico km. 4.5, Col. Plan de Ayala, Mérida, Yucatán, C.P. 97118.

^eTecnológico de Software, C 18 No. 103 x 23 y 15 Col. México, Mérida, Yucatán. C.P. 97125

^fOficina de Representación en el Estado de Yucatán, Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), Calle 72 (Av. Reforma) 389 PA por 37 Col. García Ginéres, Mérida, Yucatán, C.P. 97070.

(maadzul@itescam.edu.mx, Spehc@hotmail.com)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En San Pedro Chimay, comisaría del municipio de Mérida, existen frutos que forman parte del entorno natural y cultural desde tiempos ancestrales. Sin embargo, éstos han sido catalogados como subutilizados, a pesar de que cuentan con un alto valor nutricional y representan una alternativa sustentable frente a los desafíos alimentarios contemporáneos. No obstante, la falta de conocimiento, el desinterés de las nuevas generaciones y la limitada promoción de sus beneficios han contribuido a la disminución de su consumo y cultivo, poniendo en riesgo su conservación y permanencia [1]. Uno de éstos es el pepino kat (*Parmentiera aculeata* Seem), una especie local con propiedades nutricionales relevantes subutilizada. Ante esta problemática, se plantea la necesidad de rescatar y revalorizar este recurso mediante estrategias innovadoras y sostenibles, como la elaboración de harina a base de pepino kat, lo cual constituye una alternativa viable para el desarrollo de productos alimenticios nutritivos y accesibles.

Metodología. Se recolectaron frutos de pepino kat en la localidad de San Pedro Chimay en el mes de diciembre de 2024. Se sometió a un proceso de desinfección con NaClO, y se seleccionaron los mejores frutos con una masa total de 1231g. El fruto fue cortado en rodajas de aproximadamente 1.5 cm de grosor, se sumergieron en una solución de ácido ascórbico 1% por 10 min y se secaron en un horno de vacío (Jeio Tech MOD OV-12, Daejon, Republic of Korea) a una temperatura de 60° durante 72h. El fruto seco fue molido en un molino (Hamilton Beach 80350R, Wareham, MA, US) para la obtención de un polvo. El análisis químico proximal de las harinas se determinó de acuerdo con los Official Methods of Analysis (AOAC) [2]: 923.03 (cenizas), 925.09 (humedad), 962.09 (fibra cruda), 978.04 (nitrógeno), 920.39 (grasa cruda). El contenido de proteína se obtuvo multiplicando el nitrógeno por el factor 6.25.

Resultados y Discusión. Tras el proceso de secado y molienda se obtuvieron 61.5 g de harina seca. En la figura 1 se observa uno de los frutos recolectados en la comisaria de San Pedro Chimay y en la el cuadro 1 se presentan los valores obtenidos para los análisis proximales para el pepino kat. Algunos de los resultados concordaron con lo reportado por Paredes-García *et al* [3] y Castillo-Ruiz *et al* [4]. Estos valores podrían hacer de ésta harina una candidata adecuada para mezclarse con, por ejemplo, harina de maíz, para incrementar el valor nutricional de ésta y aprovechar este fruto.

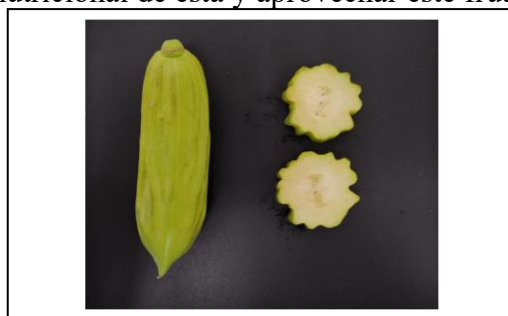


Fig. 1. Fruto y rodajas de pepino kat (*Parmentiera aculeata* Seem)

Cuadro 1. Análisis proximales a la harina de pepino kat

Análisis	Porcentaje
Humedad	13.75±0.28
Ceniza	3.50 ±0.05
Proteína	8.26±0.67
Fibra	17.93±0.59
Grasa	3.86±0.97
Carbohidratos	52.7

Conclusiones. Los resultados obtenidos destacan un contenido favorable de fibra y proteína, lo que sugiere que la harina de pepino kat podría contribuir al aporte nutricional en formulaciones alimentarias, especialmente en productos con enfoque saludable. Además, el contenido de grasa fue moderado, lo cual puede ser beneficioso para la elaboración de alimentos bajos en grasa, sin comprometer sus propiedades nutricionales.

Agradecimientos. Al PRONAI 322518 de Cultura del CONAHCYT “Núcleos de Investigación Científica Aplicada” del INPI.

Referencias.

1. Ruenes-Morales M., Montañez-Escalante P., Ancona J., Ek-Rodríguez I. (2016). Los frutales abandonados y subutilizados en la Península de Yucatán. *RTPBM*. 1-39.
2. Horwitz W, Latimer W. (2005). *Official Methods of Analysis* (18th ed). Editorial AOAC International, Usa.
3. Paredes-García, I., Valencia-Gutiérrez, M., Bolívar-Fernández, N. (2001). Estudios de caracterización poscosecha del pepino kat (*Parmentiera aculeata*), en XVIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. Veracruz, México.
4. Castillo-Ruiz R., Castillo-Archila J. A., Alemán-Castillo S. E., Castillo-Ruiz, O., Trejo-Díaz G. N. (2022). Alternativas para el aprovechamiento del cuajilote (*Parmentiera edulis*): una especie agroindustrial subutilizada. *CienciaUAT*, 17(1), 123-138.

Amaranto, quinoa y chía: potenciales fuentes sostenibles de péptidos bioactivos con actividad multifuncional

Valenzuela Zamudio Francisco^a, Rojas Herrera Rafael^a, Negrete León Elizabeth^b, Acevedo Fernández Juan José^b, Segura Campos Maira.^a

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

^bFacultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, Mexico
(francisco.valenzuela.zamudio@gmail.com)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El síndrome metabólico (SM) comprende un conjunto de alteraciones metabólicas interrelacionadas, como la resistencia a la insulina, hipertensión, dislipidemia y obesidad central, que incrementan significativamente el riesgo de diabetes tipo 2 (DT2). El manejo de SM y DT2 requiere enfoques accesibles y sostenibles debido a la alta prevalencia y mortalidad en países de bajo ingreso económico [1], donde los péptidos bioactivos de fuentes vegetales emergen como alternativas terapéuticas y preventivas [2]. El objetivo del trabajo fue evaluar el potencial terapéutico de seis péptidos identificados *in silico* (Pro-Trp, Pro-Phe, Pro-Pro-Gly, Pro-Met, Ser-Trp, Ile-Trp) a partir de proteínas de granos ancestrales con características de sostenibilidad amaranto, quinoa y chía [3], mediante la evaluación de su actividad inhibitoria de enzimas clave relacionadas con el SM, su perfil farmacocinético predicho (bioaccesibilidad) y su efecto antihiper glucémico agudo *in vivo*.

Metodología. Los péptidos Pro-Trp, Pro-Phe, Pro-Pro-Gly, Pro-Met, Ser-Trp, Ile-Trp fueron sintetizados y evaluados *in vitro* para determinar, entre otras, la actividad inhibitoria de enzimas α -amilasa y glucosidasa. Posteriormente, los fragmentos con potencial multifuncional se analizaron *in silico* (ADMETLAB 3.0, HDock, MOE) para estimar su bioaccesibilidad y afinidad molecular por múltiples dianas moleculares relevantes. Finalmente, se evaluó el efecto antihiper glucémico agudo del péptido con mayor potencial de bioaccesibilidad en un modelo murino normoglu cémico mediante una prueba de tolerancia al almidón.

Resultados y Discusión. Los péptidos evaluados (PW, PF, PPG, PM, SW, IW) mostraron actividad multifuncional en ensayos *in vitro*. Los péptidos que contienen triptófano (SW, PW, IW) destacaron por su perfil bioactivo más completo, lo que concuerda con estudios previos sobre la importancia de residuos aromáticos en péptidos bioactivos [4]. Los análisis *in silico* confirmaron que PW presenta alta resistencia a la degradación enzimática, buen perfil farmacocinético y afinidad por el transportador intestinal PepT1, además de interacción con dianas moleculares relevantes para la actividad antidiabética, y otras. En el modelo murino, PW demostró un efecto antihiper glucémico significativo, similar al de la acarbosa,



validando así los resultados previos *in vitro* e *in silico*. Estos hallazgos posicionan al dipéptido PW como un candidato prometedor para su incorporación en alimentos funcionales o formulación nutracéutica.

Conclusiones. Este estudio demuestra que la estrategia combinada *in vitro-in silico-in vivo* es efectiva para identificar y validar péptidos bioactivos con potencial aplicación en el manejo del síndrome metabólico. Los resultados posicionan al dipéptido PW como el candidato más prometedor, gracias a su perfil farmacocinético favorable y su eficacia para reducir la glucemia postprandial, cumpliendo así con el objetivo principal del trabajo. Estos hallazgos sustentan el desarrollo de estudios clínicos para evaluar su eficacia a largo plazo y promueven el uso de granos ancestrales como amaranto, quinoa y chía como fuentes valiosas para el desarrollo de alimentos funcionales y nutracéuticos orientados a la prevención de la DT2 y sus comorbilidades.

Agradecimientos. Este trabajo fue apoyado por el proyecto ValSe-Food-CYTED (119RT0567) y por el CONACYT a través de la beca nacional 942394.

Referencias.

1. Castro-Barquero, S., Ruiz-León, A. M., Sierra-Pérez, M., Estruch, R., & Casas, R. (2020). Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 12(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/nu12102983>
2. Iwaniak, A., Darewicz, M., Mogut, D., & Minkiewicz, P. (2019). Elucidation of the role of *in silico* methodologies in approaches to studying bioactive peptides derived from foods. *Journal of Functional Foods*, 61, 103486. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103486>
3. Valenzuela Zamudio, F., & Segura Campos, M. R. (2020). Amaranth, quinoa and chia bioactive peptides: A comprehensive review on three ancient grains and their potential role in management and prevention of Type 2 diabetes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1857683>
4. Karami, Z., & Akbari-adergani, B. (2019). Bioactive food derived peptides: A review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 535–547. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3549-4>

Mejoramiento del proceso de fermentación para la producción de cerveza probiótica baja en alcohol a partir de avena malteada fermentada con *Saccharomyces cerevisiae* variedad *boulardii*

Quiñonez Núñez Lizeth Vanesa, Linares Morales José, Salmerón Ochoa Iván, Márquez Meléndez Rubén.
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario S/N, Campus UACH II, Chihuahua, Chihuahua, 31125.
(Email: a347363@uach.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Los cerveceros buscan nuevos productos que les proporcionen mayor participación en el mercado. Una tendencia actual es la demanda de alimentos con probióticos [1]. La *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* es una levadura probiótica adecuada para la elaboración de cerveza por su capacidad para metabolizar azúcar a diferentes valores de pH, niveles de nitrógeno y temperaturas [2]. La avena es adecuada para la elaboración de cerveza. tiene mayor cantidad de proteína, betaglucanos, grasas y menor cantidad de almidón que la cebada [3]. Este trabajo tiene como objetivo mejorar el proceso de fermentación para producir cerveza probiótica baja en alcohol empleando avena malteada fermentada con *S. cerevisiae* var. *boulardii*.

Metodología. Se determinó el contenido de azúcares reductores y contenido de proteína por el método de DNS y Bradford, respectivamente en tres proporciones agua-avena malteada. Se aplicó un ANOVA para determinar diferencias significativas. Se realizó una cinética de crecimiento determinando la concentración celular por el método de vaciado en placa y el contenido de azúcares reductores (DNS). Finalmente se aplicó un diseño factorial completo para mejorar el crecimiento de la levadura y el contenido de compuestos volátiles determinados por cromatografía de gases.

Resultados y Discusión. El mayor contenido azúcares reductores (Cuadro 1) se obtuvo en la proporción 1:2 (15.13 g/L). Se optó por esta proporción para realizar el proceso de fermentación. En bebidas fermentadas los alcoholes y ésteres, son compuestos importantes para su perfil sensorial. En la validación del diseño de experimentos (Cuadro 2), se obtuvo concentraciones de 1 mg/L de aceto de etilo, 1 mg/L de alcohol isoamílico, 268 mg/L de Acetoína, 6744 mg/L de etanol y además 1120 mg/L de ácido acético. El alto contenido de ácido acético se puede derivar del estrés celular que sufrió la levadura durante la fermentación por la baja cantidad de nutrientes.

Cuadro 1. Promedio de las concentraciones de azúcares totales, reductores y proteínas según la relación agua-sustrato.

	1:1	1:2	1:4
Azúcares totales	75.7±16.2	74.3±3.8	13.1±1.2
Azúcares reductores	13.13±0.67	15.13±0.00	1.37±0.05
Proteínas	141.247±13.55	120.93±20.36	163.84±1.51

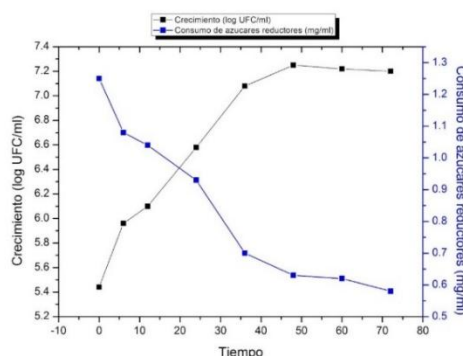


Fig. 1. Crecimiento de *S. boulardii* vs. Tiempo vs. Consumo de azúcares reductores.

S. boulardii desarrolló su fase de adaptación en 6 horas, fase exponencial de 6 a 48 horas alcanzando su punto más alto de crecimiento (7.25 log UFC/ml) en 48 horas. Se observa la disminución de azúcares reductores durante la fermentación.

Cuadro 2. Diseño factorial completo con los valores experimentales de ésteres y alcoholes superiores.

Orden	Agitación rpm	Temp (°C)	pH	Crecimiento (Log ufc/ml)	Acetato de etilo (g/L)	Etanol (g/L)	Alcohol isoamílico (g/L)	Acetoína (g/L)	Ácido acético (g/L)
1	150	30	7.5	7.04	0.005	8.368	0.006	0.007	3.539
7	150	30	6	7.07	0.003	4.749	0.005	0.000	0.663
2	50	30	7.5	7.10	0.001	4.371	0.002	0.481	0.865
8	50	30	6	7.20	0.037	7.025	0.007	0.241	2.341
3	100	22.5	6.75	7.09	0.000	6.973	0.003	0.000	0.000
3	100	22.5	6.75	7.05	0.000	6.010	0.002	0.000	0.000
3	100	22.5	6.75	7.13	0.010	5.849	0.003	0.000	0.000
4	150	15	7.5	7.14	0.000	2.508	0.001	1.190	2.330
5	150	15	6	7.10	0.000	7.508	0.004	0.363	1.445
10	50	15	7.5	7.08	0.000	3.751	0.001	0.001	0.663
11	50	15	6	7.11	0.000	8.340	0.003	0.008	2.341
Validación	50	30	6	7.31	0.001±0.75	6.744±24 8.7	0.001±0.11	0.268±0	1.120±7 1.2

Conclusiones. La avena malteada es un buen sustrato para el crecimiento de *S. boulardii*. El crecimiento alcanzado fue de 7.31 log ufc/ml, por encima de los valores requeridos para ser considerada una bebida probiótica. Aumentó el contenido de acetato de etilo (0.001 g/L), etanol (6.74 g/L) y Acetoína (0.268 g/L), El ácido acético aumentó (1.44 g/L) y se relacionó con el estrés celular que sufrió la levadura debido al bajo contenido de nutrientes.

Referencias.

1. Hojsak I, Abdović S, Szajewska H, Milošević M, Kolaček S (2010) Lactobacillus GG in the prevention of nosocomial gastrointestinal and respiratory tract infection. *Pediatrics* 125(6):1171–1177.
2. Lemos Junior WJF, Viel A, Bovo B, Carlot M, Giacomini A, Corich V (2017) Saccharomyces cerevisiae vineyard strains have different nitrogen requirements that affect their fermentation performances. *Lett Appl Microbiol* 65(4):381–387.
3. Hanke S, Zamkow M, Kreis S, Back W (2005) Oats in malt and beer production. *Brauwelt* 145(8/9):216–219.

Química de cálculos renales y su relación con factores de riesgo en Yucatán

Esparza Herrera David Emmanuel^a, Muñoz Rodríguez David^b, Cruz May Teresa Noemi^b, Quintana Owen Patricia^a, Flores Tapia Juan Pablo^c.

^aCentro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida, Antigua Carretera a Progreso Km 6, Loma bonita, Mérida, Yucatán, 97205.

^bFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5 Tablaje Catastral 13615 Colonia Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, 97203.

^cHospital Regional de Alta Especialidad de la Península de Yucatán, C. 20 119, Col. Altabrisa, 97130 Mérida, Yuc.

(david.esparza@cinvestav.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción.

La litiasis urinaria es una enfermedad que afecta de forma generalizada a la población mundial; sin embargo, los países con climas cálidos presentan una mayor propensión en su población a padecerla [1]. México presenta una tasa de incidencia a nivel del país de aproximadamente 5.2 casos por cada 10 mil habitantes, sin embargo, en el mismo estudio se reportó a Yucatán como el estado que presenta el doble de la media nacional de incidencia de litiasis urinaria y se estima que podría ser incluso superior [2], [3]. Los cálculos renales son matrices complejas de minerales de origen biológico que se forman dentro de los riñones o las vías urinarias y su composición es la clave para conocer el proceso de formación de estos [4], [5]. Estudios previos se han centrado en el análisis inorgánico de estos cálculos [6], evidenciando que factores como un pH urinario alterado, determinadas condiciones metabólicas, la obesidad y los antecedentes familiares podrían influir en su desarrollo. El objetivo del presente trabajo es sintetizar la evidencia obtenida sobre la relación entre factores de riesgo de la litiasis urinaria —en particular pH urinario, sexo y condiciones metabólicas— y los distintos tipos de fases cristalinas identificados en la población de estudio.

Metodología.

Para la caracterización de las fases minerales se utilizó Difracción de rayos X de polvos de 10 a 60° 2 θ y microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS). Para relacionar la química mineral y los datos metabólicos se aplicó un Análisis de Componentes Principales (PCA) de 79 pacientes provenientes del HRAEPY. La base de datos fue sometida a estandarización (z-score), dada la distinta escala de medición de las variables. La idoneidad del PCA se confirmó mediante la prueba de esfericidad de Bartlett ($p < 0.05$) y el índice KMO (> 0.6).

Resultados y Discusión

Mediante la técnica de DRX se pudieron cuantificar e identificar la presencia de 7 fases cristalinas ya sea en forma pura o en mezclas. Para calcular el porcentaje de cada fase se realizó la comparación entre las



XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro sostenible”

8-10 octubre 2025

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



intensidades de los patrones estándar con la intensidad de las fases identificadas, considerando que la suma total de todas las fases representa 100% en peso. La composición cristalina se clasificó en 3 grupos: oxalatos 33% (whewellita y weddellita), fosfatos 34% (hidroxiapatita, estruvita y brushita), uratos 33% (urecita y marchettiita); estas proporciones son diferentes a lo reportado en otras partes del mundo [7]. Mediante el uso de la técnica SEM se pudo observar la coexistencia entre distintas fases, donde se observa una fase predominante e incrustaciones específicas de otra fase cristalina. El análisis estadístico de compuestos principales mostro una correlación entre el género de los pacientes y los grupos cristalinos, indicando que el grupo predominante en los hombres es el urato, mientras que en las mujeres abundan tanto los oxalatos como los fosfatos. Al incluir las variables metabólicas se puede observar que un valor de pH ácido en la orina (5 a 6) influye en la formación preferente de uratos y mientras se hace neutro (6.5 – 7) empiezan a prevalecer los oxalatos y fosfatos favoreciendo los últimos con un desplazamiento básico del pH (8). Otro factor que se pudo observar fue en pacientes donde el nivel de glucosa en la sangre supera el rango permitido 100mg/dL ya que los grupos predominantes son los oxalatos y uratos.

Conclusiones.

Se pudo determinar la composición química mineral de 79 cálculos urinarios y se encontró una correlación positiva entre los tipos de fases cristalinas y factores como sexo, pH y niveles de glucosa característicos de la población de estudio, lo que brinda información importante para el tratamiento y prevención de la litiasis urinaria.

Agradecimientos.

Al Hospital Regional de Alta Especialidad de la Península de Yucatán por proporcionar las muestras, al CINVESTAV unidad Mérida, al Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales y al SECITIH por el apoyo económico para la investigación CVU: 290618

Referencias.

- [1] I. Sorokin, C. Mamoulakis, K. Miyazawa, A. Rodgers, J. Talati, y Y. Lotan, “Epidemiology of stone disease across the world”, *World J Urol*, vol. 35, núm. 9, pp. 1301–1320, 2017, doi: 10.1007/s00345-017-2008-6.
- [2] M. Basulto-Martínez y A. D. J. Medina-Ocampo, “Litiasis renal. El empedrado camino de la salud en Yucatán”, *Revista Hospital Medicine and Clinical Management*, vol. 12, núm. 4, pp. 149–151, 2019, doi: 10.24875/hmcm.19000236.
- [3] M. Medina-Escobedo, M. Zaidi, E. Real-de León, S. Orozco-Rivadeneira, y E. Real-de León, “Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán, México, para litiasis urinaria.”, *Salud Publica Mex*, vol. 44, núm. 6, pp. 541–545, 2002, doi: 10.1590/S0036-36342002000600006.
- [4] W. Ochmanski, J. Kmiecik, y W. Sulowicz, “Analysis of Chemical Composition of Urinary Stones”, *Int Urol Nephrol*, vol. 31, núm. 6, pp. 743–750, 1999.
- [5] Alsheyab, Fawzi, I. B. Hani, y Y. Mosameh, “Chemical Composition of Urinary Calculi in North Jordan”, *Journal of Biological Sciences*, pp. 1290–1292, 2007.
- [6] T. N. Cruz-may, A. Herrera, J. Rodríguez-hernández, M. Basulto-martínez, J. P. Flores-tapia, y P. Quintana, “Structural and morphological characterization of kidney stones in patients from the Yucatan Maya population”, *J Mol Struct*, vol. 1235, pp. 1–10, 2021, doi: 10.1016/j.molstruc.2021.130267.
- [7] Romero, V., Akpinar, H., Assimios, D.G. 2010. Kidney Stones: A Global Picture of Prevalence, Incidence, and Associated Risk Factors. *Reviews in Urology* 12, 86–96.



Efectos diferenciales de la capsaicina y el AMG9810 sobre la función espermática de ratón CD-1

Rosas Licon Paloma Montserrat, Alatríste Bueno Victorino Gilberto Serafín, Morales Lara Laura, Linares Campos Aurora, Cerna Cortez Jorge Raúl, Licon Ibarra María Luisa Roxana, Badillo Morales Adrian Gustavo, Gonzales Ibarra Dan

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Prol. 24 Sur, Cd Universitaria, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, 72570.

(Ponente: rl224470024@alm.buap.mx. Autor por correspondencia: rl224470024@alm.buap.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción.

El consumo de chile es un rasgo cultural profundamente arraigado en la dieta mexicana y de otros países, no solo por su valor gastronómico, sino también por las propiedades bioactivas de sus compuestos [1]. Entre ellos, la capsaicina, un alcaloide característico de los frutos del género *Capsicum*, ha sido objeto de creciente interés científico debido a su capacidad para modular procesos fisiológicos a través de su interacción con el receptor del potencial transitorio vaniloide 1 (TRPV1) [2]. Este canal iónico polimodal es reconocido por su papel en la nocicepción, la termorregulación, la inflamación y la apoptosis. Se expresa no solo en el sistema nervioso periférico, sino también en el tejido reproductor masculino, incluyendo testículos y espermatozoides, donde podría influir en la espermatogénesis y la homeostasis testicular [3]. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar los efectos diferenciales de la capsaicina y del antagonista de TRPV1, el AMG9810, sobre parámetros clave de la función testicular, como la viabilidad espermática.

Metodología.

Se utilizaron ratones de 26 días de edad, distribuidos en cuatro grupos experimentales ($n = 7$): control, vehículo (VE), el cual fue solución salina isotónica de NaCl 0.9%, VE/Capsaicina 1 nM y VE/AMG9810 1 nM. Se administraron por vía subcutánea dorsal, realizando cuatro aplicaciones con intervalos de 72 h. Los animales fueron monitoreados y, al día 49 de vida, se practicó la eutanasia mediante exposición a CO₂, siguiendo las normas NOM-062-ZOO-1999 y NOM-033-ZOO-1995.

La obtención de espermatozoides se realizó tras la disección de la cola del epidídimo. Mediante inyección en el conducto deferente con NaCl 0.9%, se extrajo el contenido espermático.

La vitalidad espermática se evaluó por medio de tinción con eosina Y, clasificando como muertos los espermatozoides con cabeza teñida. La movilidad espermática se determinó, registrando el desplazamiento mediante Tracker v6.0.9 para calcular la velocidad media de nado ($\mu\text{m/s}$) y clasificar en cuatro categorías: progresiva rápida ($>25 \mu\text{m/s}$), progresiva lenta ($5 - <25 \mu\text{m/s}$), no progresiva ($<5 \mu\text{m/s}$) e inmóvil. La concentración espermática se obtuvo mediante conteo microscópico. Se evaluaron 200 células por duplicado.



Resultados y Discusión.

En comparación con el control y el vehículo, la administración de capsaicina 1 nM incrementó la concentración espermática en ambos epidídimos, alcanzando valores de 1.539 y 1.245 millones/mL (izquierdo y derecho, respectivamente), mientras que AMG9810 1 nM la redujo drásticamente (0.185 y 0.138 millones/mL; $P < 0.05$), por debajo del umbral de 0.5 millones/mL asociado a oligozoospermia.

La vitalidad espermática se mantuvo elevada ($> 79\%$) en todos los grupos, con los mayores valores observados en capsaicina 1 nM (90.182 % y 88.167 %).

En la movilidad, capsaicina 1 nM aumentó significativamente el porcentaje de espermatozoides con movilidad progresiva rápida (92.4 % y 85.8 % en epidídimo derecho e izquierdo, respectivamente), así como la distancia recorrida (230.380 μm) y la velocidad promedio (245.028 $\mu\text{m/s}$) en el lado derecho ($P < 0.05$). En contraste, AMG9810 1 nM disminuyó la movilidad progresiva rápida (24.4 % y 32.4 %), elevó la proporción de células con movilidad no progresiva (35.541 %) e inmóviles (35.219 %) ($P < 0.05$), y en el lado derecho situó la movilidad por debajo del umbral de referencia (32 %) establecido por la OMS.

Conclusiones.

La administración de capsaicina a 1 nM durante la pubertad incrementó la concentración espermática y mejoró la movilidad progresiva rápida, la velocidad y la distancia recorrida, manteniendo la vitalidad en rangos óptimos. Estos hallazgos sugieren que la activación de TRPV1 por capsaicina ejerce un efecto positivo sobre la producción y el desempeño funcional de los espermatozoides.

Agradecimientos.

Se agradece al Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo (SECIHTy) por el apoyo brindado a través de la beca con número de registro 1201174, la cual permitió el desarrollo de la presente investigación.

Referencias.

1. Munjuluri S, Wilkerson DA, Sooch G, Chen X, White FA, Obukhov AG (2021) Capsaicin and TRPV1 channels in the cardiovascular system: the role of inflammation. *Cells*. 11(1):18.
2. Yang F, Zheng J (2017) Understand spiciness: mechanism of TRPV1 channel activation by capsaicin. *Protein Cell*. 8(2):169-177.
3. Stein RJ, Santos S, Nagatomi J, Hayashi Y, Minnery BS, Xavier M, De Miguel F (2004) Cool (TRPM8) and hot (TRPV1) receptors in the bladder and male genital tract. *J Urol*. 172(3):1175-1178.

Perfil metabólico del fruto de *Psidium guajava* L. (guayaba)

Chan Zapata Ivan Humberto^a, Uuh Narvaez Jonatan Jafet^a, Guerrero Analco José A.^b, Monribot Villanueva Juan L.^b, Segura Campos Maira Rubi^{ac*}

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

^bLaboratorio de Química de Productos Naturales, Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología A.C., Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya. Xalapa, Veracruz, C.P. 91073.

^cCentro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yucatán, C.P. 97205.

(ivanchz1990@gmail.com; maira.segura@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. *Psidium guajava* L. (guayaba) es un árbol pequeño de la familia Myrtaceae cuyos frutos son cultivados debido a su valor nutricional y medicinal [1]. Previamente se ha reportado que el extracto acuoso del fruto de *P. guajava* (EAPG) posee un elevado contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales serían responsables de las propiedades biológicas reportadas [2]. Una herramienta clave en la identificación y cuantificación de dichos metabolitos es la cromatografía líquida de ultra alta resolución (UPLC) asociada a espectrometría de masas (MS), la cual ha sido empleada para la detección de compuestos en diversas partes de *P. guajava* [1]. En este trabajo se planteó como objetivo identificar tentativamente los metabolitos presentes en EAPG, así como cuantificar los niveles de los compuestos más abundantes y determinar las posibles rutas de biosíntesis implicadas en su generación.

Metodología. EAPG fue preparado a partir de la pulpa de los frutos y, previo al análisis, se eliminaron las proteínas y polisacáridos por precipitación con etanol al 95% [2]. El perfil metabólico de EAPG se determinó mediante la identificación tentativa de los metabolitos con un equipo Acquity UPLC Class I acoplado a un MS de alta resolución (HR) Synapt G2-Si marca Waters™ (Milford, MA, EUA) y un analizador cuadrupolo tiempo de vuelo (QTOF), seguido de la cuantificación de los compuestos pertenecientes a las clases químicas más abundantes con un equipo UPLC 1290 acoplado a un MS 6460 de triple cuadrupolo (QqQ) de Agilent Technologies (Santa Clara, CA, EUA). Ambos equipos emplearon una fuente de ionización por electrospray (ESI) en modos positivo y negativo [3]. El impacto de las rutas de biosíntesis involucradas en la generación de los metabolitos se realizó empleando la herramienta *Pathway Analysis* de la plataforma bioinformática MetaboAnalyst versión 5.0.

Resultados y Discusión. El análisis por medio de UPLC-HRMS-QTOF permitió la identificación tentativa de 48 metabolitos en EAPG, con valores *m/z* entre 139.0395 (ácido hidroxibenzoico) y 783.0672 (isómero de pedunculagina/casuarinina). Se notó una abundancia de compuestos fenólicos, por lo que se procedió a su identificación y cuantificación por medio de UPLC-MS-QqQ, observándose 19 compuestos fenólicos (11 ácidos fenólicos, 6 flavonoides, un tanino y un aldehído fenólico) y su

precursor fenilalanina. Los cinco metabolitos detectados en mayor concentración fueron (-)-epigallocatequina ($21.07 \pm 2.69 \mu\text{g/g}$), (+)-catequina ($9.70 \pm 0.05 \mu\text{g/g}$) y los ácidos elágico ($7.90 \pm 0.67 \mu\text{g/g}$), gálico ($6.58 \pm 0.23 \mu\text{g/g}$) y *p*-hidroxifenilacético ($5.27 \pm 0.18 \mu\text{g/g}$). Los grupos químicos con el mayor número de metabolitos fueron los flavonoides y ácidos benzoicos (quienes abarcaron casi el 50% de los compuestos detectados), seguido de terpenoides y otros derivados fenólicos (Fig. 1a). Se detectó la presencia tentativa de derivados de quercetina (3,5-dimetilquercetina y quercetin 3-(3-*p*-cumaroilglucósido)) y kaempferol (kaempferol 3-arabino-furanósido, kaempferol 3-ramnósido 4'-xilósido y afzelina), sin reportes previos en *P. guajava*. Asimismo, se identificó y cuantificó por primera vez en el fruto los ácidos gentísico y salicílico [1]. Los resultados del perfil metabólico se vieron reflejados en el gráfico de impacto de rutas, ya que las rutas con mayor significancia fueron aquellas que dan origen a compuestos fenólicos, como la biosíntesis de fenilpropanoides (BFP), flavonoides (BFL), flavonas y flavonoles (BFF), y el metabolismo de la fenilalanina (MFE) (Fig. 1b).

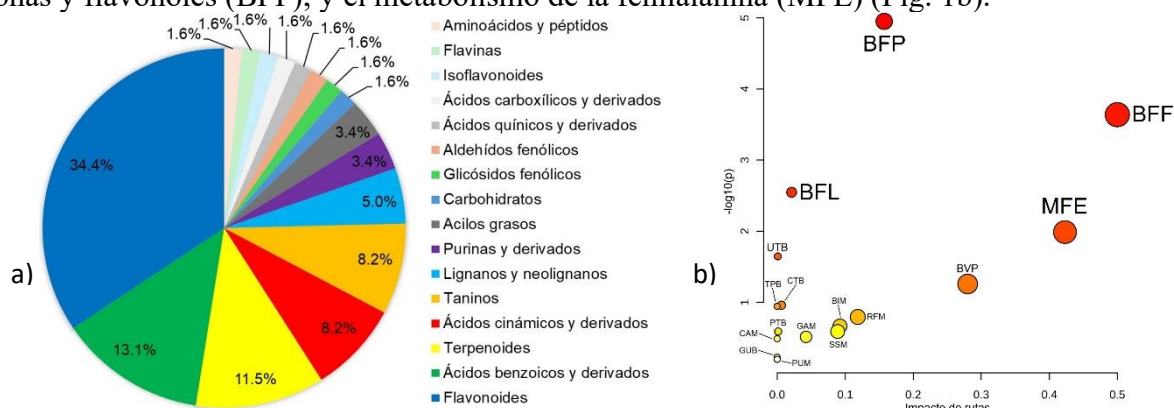


Fig. 1. Resultados obtenidos para EAPG. a) Clases de metabolitos detectados en EAPG. b) Gráfico de impacto de las rutas de biosíntesis de los metabolitos detectados en EAPG.

Conclusiones. Los análisis permitieron identificar y cuantificar una gran diversidad de metabolitos en EAPG (principalmente compuestos fenólicos), así como la determinación de las rutas de biosíntesis que presentan un mayor impacto en el fruto de *P. guajava*, contribuyendo al conocimiento del perfil metabólico de esta planta y sentando bases para futuros estudios con el fruto y los metabolitos detectados.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), a través del proyecto número 316633.

Referencias.

1. Tousif MI, Nazir M, Saleem M, y cols. (2022) *Psidium guajava* L. An incalculable but underexplored food crop: its phytochemistry, ethnopharmacology, and industrial applications. *Molecules*. **27**: 7016.
2. Uuh-Narváez JJ, González-Tamayo MA, Segura-Campos MR (2021) A study on nutritional and functional study properties of Mayan plant foods as a new proposal for type 2 diabetes prevention. *Food Chem*. **341**: 128247.
3. Monribot-Villanueva JL, Altúzar-Molina A, Aluja M, y cols. (2022) Integrating proteomics and metabolomics approaches to elucidate the ripening process in white *Psidium guajava*. *Food Chem*. **367**: 130656.

Análisis del perfil químico de *Raphanus sativus* L. (rábano) a través de métodos metabolómicos

Chan Zapata Ivan Humberto^a, Uuh Narvaez Jonatan Jafet^a, Guerrero Analco José A.^b, Monribot Villanueva Juan L.^b, Segura Campos Maira Rubi^{ac*}

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

^bLaboratorio de Química de Productos Naturales, Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología A.C., Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya. Xalapa, Veracruz, C.P. 91073.

^cCentro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yucatán, C.P. 97205.

(ivanchz1990@gmail.com; maira.segura@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae) es un tubérculo conocido como rábano, cuyo extracto acuoso (RSEA) ha mostrado efectos antihiperlipidémicos y una riqueza en polifenoles, probables responsables de su potencial biológico [1]. La metabolómica ha aparecido como una herramienta poderosa para el análisis de estos compuestos, con la cromatografía líquida de ultra alta resolución (UPLC)-espectrometría de masas (MS) como instrumento y un enfoque híbrido: no dirigido (análisis de una gran cantidad de compuestos) y dirigido (detección y cuantificación de metabolitos específicos) [2]. Esta investigación tuvo como objetivo la identificación tentativa de compuestos en RSEA por un método no dirigido, seguida de la determinación de las concentraciones de los metabolitos más significativos por un método dirigido y el análisis del impacto en las rutas biosintéticas involucradas en su producción.

Metodología. RSEA se obtuvo a partir de los bulbos de *R. sativus*. Previo a los análisis metabolómicos para determinar el perfil químico de RSEA, se eliminaron las proteínas y polisacáridos por precipitación con etanol al 95% [1]. Se empleó un equipo Acquity UPLC Class I acoplado a un MS de alta resolución (HR) Synapt G2-Si marca WatersTM (Milford, MA, EUA) y un analizador cuadrupolo tiempo de vuelo (QTOF) para el análisis metabolómico no dirigido. Se utilizó un equipo UPLC 1290 acoplado a un MS 6460 de triple cuadrupolo (QqQ) de Agilent Technologies (Santa Clara, CA, EUA) para el análisis metabolómico dirigido. Se usó una fuente de ionización por electrospray (ESI) en modos positivo y negativo en ambos equipos [3]. El gráfico de impacto de las probables rutas biosintéticas implicadas en la síntesis de los compuestos identificados en RSEA se llevó a cabo en la plataforma bioinformática MetaboAnalyst versión 5.0, empleando la función *Pathway Analysis*.

Resultados y Discusión. El análisis no dirigido por UPLC-HRMS-QTOF mostró tentativamente la identificación de 44 metabolitos, principalmente flavonoides como kaempferol ($m/z = 285.0394$) y luteolina ($m/z = 287.0552$), los ácidos fenólicos ferúlico, sinápico, *p*-cumárico y *t*-cinámico ($m/z = 147.0444$ - 223.0606), así como la fenilalanina ($m/z = 166.0873$), la cual es un precursor de polifenoles.

Estas estructuras se observaron en el análisis dirigido por UPLC-MS-QqQ, el cual permitió la cuantificación de 18 compuestos en total: 12 ácidos fenólicos, 3 flavonoides, un aldehído fenólico, un glucósido de dihidrochalcona y fenilalanina. La fenilalanina se encontró como el metabolito más abundante ($29.94 \pm 0.26 \mu\text{g/g}$), seguida de los ácidos fenólicos *p*-hidroxibenzoico ($22.16 \pm 0.18 \mu\text{g/g}$), *p*-cumárico ($13.00 \pm 0.20 \mu\text{g/g}$), salicílico ($8.02 \pm 0.22 \mu\text{g/g}$) y ferúlico ($5.86 \pm 0.06 \mu\text{g/g}$). Se detectaron 18 grupos químicos después del análisis con ambos métodos, siendo los flavonoides la clase más predominante, seguido de diversos ácidos fenólicos (cinámicos, benzoicos, quínicos y derivados), que constituyeron el 67.2% de los compuestos (Fig. 1a). Entre las clases restantes de metabolitos se encontraron ácidos carboxílicos, ácidos grasos, carbohidratos, entre otros (32.8%). El análisis de impacto de rutas mostró que las rutas con mayor significancia fueron la biosíntesis de fenilpropanoides (BFP), flavonoides (BFL), flavonas y flavonoles (BFF), así como el metabolismo de la fenilalanina (MFE), las cuales darían origen a los productos de naturaleza fenólica en RSEA (Fig. 1b).

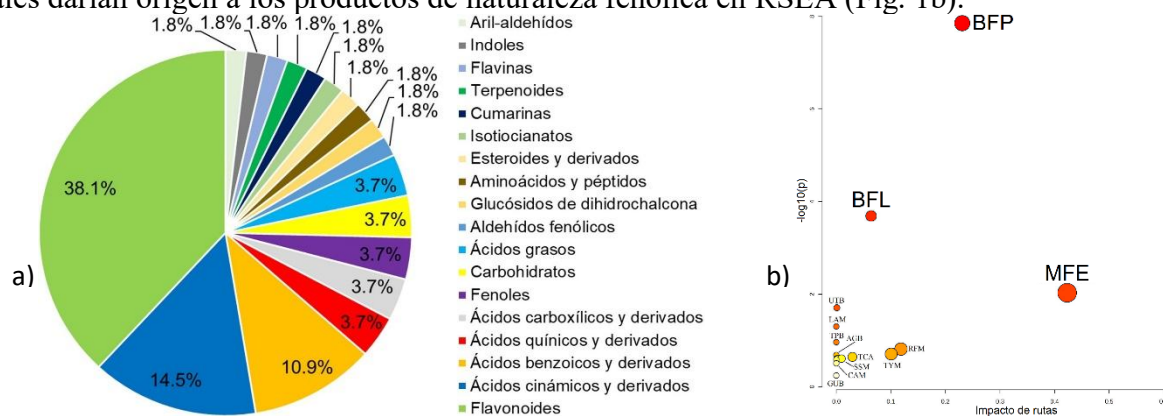


Fig. 1. Resultados de los análisis metabolómicos para RSEA. a) Grupos químicos identificados en RSEA. b) Gráfico de impacto de las rutas biosintéticas identificadas para los metabolitos de RSEA.

Conclusiones. Los análisis dirigidos y no dirigidos permitieron la identificación y cuantificación de una amplia variedad de estructuras en RSEA, encontrándose principalmente polifenoles. Asimismo, se determinó que rutas biosintéticas presentan un mayor impacto en *R. sativus*, resultados que contribuyeron al conocimiento fitoquímico de este tubérculo y sentando las bases para nuevas investigaciones.

Agradecimientos. Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por financiar esta investigación (proyecto número 316633).

Referencias.

1. Uuh-Narváez JJ, González-Tamayo MA, Segura-Campos MR (2021) A study on nutritional and functional study properties of Mayan plant foods as a new proposal for type 2 diabetes prevention. *Food Chem.* **341**: 128247.
2. Chen L, Zhong F, Zhu J (2020) Bridging targeted and untargeted mass spectrometry-based metabolomics via hybrid approaches. *Metabolites.* **10** (9): 348.
3. Monribot-Villanueva JL, Altúzar-Molina A, Aluja M, y cols. (2022) Integrating proteomics and metabolomics approaches to elucidate the ripening process in white *Psidium guajava*. *Food Chem.* **367**: 130656.

Estudio mecanístico *in vitro* de la actividad inhibitoria de *Psidium guajava* L. sobre enzimas reguladoras de la glucemia postprandial

Uuh Narvaez Jonatan Jafet^a, Chan Zapata Ivan Humberto^a y Segura Campos Maira Rubi^{ab*}

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

^bCentro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; 97205, Mérida, Yucatán, México.
(jonatan.uuh@correo.uady.mx; maira.segura@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La diabetes es una enfermedad con alta prevalencia en México, y el control de la hiperglucemia postprandial (HGP) es clave para su manejo. Entre las estrategias terapéuticas, la inhibición de enzimas reguladoras de la HGP, como α -amilasa (α -AM) y α -glucosidasa (α -GL), ha demostrado ser efectiva para retardar la digestión y absorción de carbohidratos [1]. *Psidium guajava* L. (guayaba) es un fruto ampliamente consumido en regiones tropicales y subtropicales, reconocido por su alto contenido de compuestos bioactivos (flavonoides, taninos, carotenoides y ácidos fenólicos) con potencial actividad antihiper glucémica [2]. Estudios han reportado que, extractos de *P. guajava* pueden inhibir la actividad de α -AM y α -GL en modelos *in vitro* e *in vivo* [1, 2]. Sin embargo, los mecanismos de inhibición enzimática no son conocidos. En este contexto, el objetivo fue evaluar *in vitro* el mecanismo de inhibición de un extracto de *P. guajava* (PGE) sobre α -AM y α -GL mediante análisis cinéticos, con el fin de aportar evidencias sobre su potencial como ingrediente funcional en la regulación de la HGP.

Metodología. Frutos maduros de *P. guajava* recolectados en Tixmehuac, Yucatán, se trituraron y homogeneizaron en agua destilada, filtrándose el extracto y almacenándose a -20°C [1]. La actividad inhibitoria sobre α -AM y α -GL se evaluó *in vitro*. Para α -AM, las reacciones contenían Tris-HCl 0.5 M, CaCl₂ 0.01 M, almidón como sustrato y detección con ácido 3,5-dinitrosalicílico. Para α -GL se utilizó tampón fosfato 50 mM, p-NPG 1 mM y detención con Na₂CO₃ 1 M. Se evaluó el extracto de 5 - 50 mg/mL y 10 - 100 mg/mL para α -AM y α -GL, respectivamente. Los IC₅₀ se calcularon por regresión lineal, así como los parámetros cinéticos (Km, Vmax, Ki, Ki') y sus mecanismos mediante gráficas de Lineweaver-Burk [3].

Resultados y Discusión. PGE inhibió ambas enzimas, con IC₅₀ de 23.83 ± 0.52 mg/mL para α -AM y 48.81 ± 1.27 mg/mL para α -GL, mostrando mayor potencia sobre α -AM ($p < 0.05$). En α -AM, Vmax se mantuvo constante, mientras Km aumentó y Ki disminuyó, indicando inhibición competitiva (Tabla 1). En α -GL, PGE redujo Vmax y elevó Km, Ki y Ki', evidenciando inhibición mixta. Las gráficas de Lineweaver-Burk (Fig. 1) confirmaron estos mecanismos, y sus efectos podrían relacionarse con flavonoides y ácidos fenólicos del extracto posiblemente contribuyen a modular la digestión de carbohidratos, y por tanto la HGP [3].

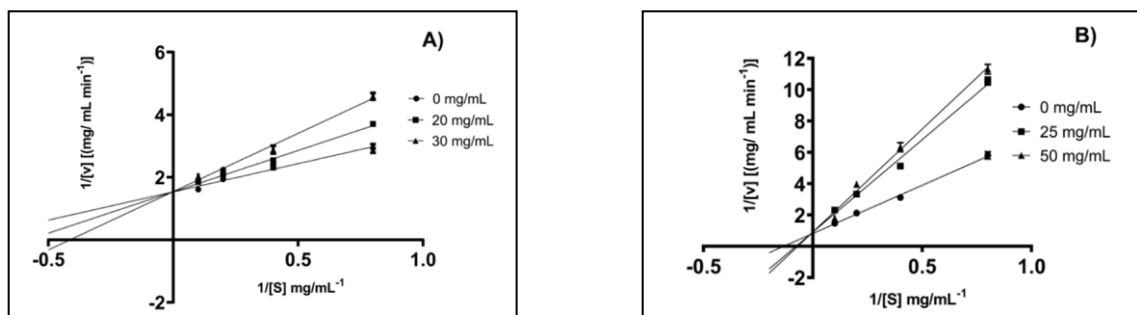


Fig. 1. Gráficos de Lineweaver-Burk que muestran la inhibición de α -AMY y α -GLU a distintas concentraciones de PGE. A) Interacción de RSE con α -amilasa. B) Interacción de RSE con α -glucosidasa.

Cuadro 1. Valores cinéticos determinados para la inhibición de α -AM y α -GL en presencia de PGE

Concentración de PGE (mg/mL)	Vmax (mg/mL min)	Km (mg/mL)	Ki (mg/mL)	Ki' (mg/mL)	Tipo de inhibición
α -amilasa					
0	0.65	1.18	NA	NA	Competitivo
20	0.65	1.72	43.16	NA	
30	0.65	2.42	28.54	NA	
α -glucosidasa					
0	1.21	7.48	NA	NA	Mixto
25	1.10	12.96	27.28	236.67	
50	1.10	14.41	44.02	463.44	

Conclusiones. El estudio permitió esclarecer los mecanismos de inhibición de *P. guajava* (PGE) sobre enzimas clave en la regulación de la glucemia posprandial. PGE mostró mayor potencia inhibitoria frente a α -AM mediante un mecanismo competitivo, y una inhibición mixta sobre α -GL. Los resultados aportan evidencia sobre el potencial del PGE como ingrediente funcional para modular la digestión de carbohidratos. Investigaciones futuras deberán centrarse identificar y evaluar sus potenciales compuestos bioactivos en ensayos *in silico*, *in vivo* y clínicos.

Agradecimientos. Agradecemos el financiamiento otorgado por SECIHTI por la subvención 316633.

Referencias.

1. Uuh-Narvaez J., González-Tamayo, M, Segura-Campos, M. (2021). A study on nutritional and functional study properties of Mayan plant foods as a new proposal for type 2 diabetes prevention. *Food Chem.* **341** 128247.
2. Uuh Narvaez J., Negrete-León, E, Acevedo-Fernández, J., Segura-Campos, M. (2021) Antihyperglycemic and hypoglycemic activity of Mayan plant foods in rodent models, *J. Sci. Food Agric.* **101**, 4193–4200.
3. Uuh Narvaez, J. J., Guerrero-Analco, J. A., Monribot-Villanueva, J. L., Chan-Zapata, I., & Segura Campos, M. R. (2025). Metabolic profile of *Psidium guajava* L. fruits and their inhibitory properties on α -amylase and α -glucosidase. *Fitoterapia*, **185**, 106781.

***Raphanus sativus* L.: elucidación de su mecanismo de inhibición *in vitro* en enzimas que modulan la digestión de carbohidratos**

Uuh Narvaez Jonatan Jafet^a, Chan Zapata Ivan Humberto^a, Segura Campos Maira Rubi^{a,b*}

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

^bCentro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; 97205, Mérida, Yucatán, México.
(jonatan.uuh@correo.uady.mx; maira.segura@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La inhibición de las enzimas digestivas α -amilasa (α -AMY) y α -glucosidasa (α -GLU) es una estrategia eficaz para modular la digestión de carbohidratos y, con ello, reducir la hiperglucemia posprandial (PHG), un factor determinante en el control de la diabetes. *Raphanus sativus* L. es una hortaliza ampliamente consumida que contiene diversos compuestos bioactivos, entre ellos flavonoides y compuestos fenólicos, con reconocida actividad biológica [1]. Estudios previos han demostrado que extractos de *R. sativus* L. inhiben la actividad de α -AMY y α -GLU en modelos *in vitro* e *in vivo*. Sin embargo, la elucidación de sus mecanismos de inhibición aún no se ha explorado [1,2]. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo dilucidar el mecanismo de inhibición de un extracto acuoso de *R. sativus* L. (RSE) sobre la actividad de α -AMY y α -GLU mediante ensayos *in vitro*.

Metodología. Se obtuvo un extracto acuoso de bulbos de *R. sativus* L. recolectados en Tixmehuac, Yucatán, mediante homogeneización, filtración y almacenamiento a -20°C , siguiendo protocolos previos [1]. Su capacidad para modular la digestión de carbohidratos se evaluó *in vitro* midiendo la inhibición de α -AMY y α -GLU [1]. Las reacciones para α -AMY se realizaron en Tris-HCl 0.5 M con CaCl_2 0.01 M, almidón como sustrato y detección con 1 % DNS. Para α -GLU se empleó p-NPG en tampón fosfato 50 mM (1 mM), deteniendo con Na_2CO_3 (1 M). Los extractos se probaron en rangos de 5-40 mg/mL (α -AMY) y 50-400 mg/mL (α -GLU). Los IC_{50} se calcularon por regresión lineal; la actividad residual se midió a 540 nm (α -AMY) y 405 nm (α -GLU). Los mecanismos y parámetros cinéticos de inhibición se determinaron mediante gráficas de doble recíproco de Lineweaver-Burk [3].

Resultados y Discusión. El extracto RSE mostró una mayor actividad inhibitoria sobre α -AMY ($\text{IC}_{50} = 10.85 \pm 2.62$ mg/mL) en comparación con α -GLU ($\text{IC}_{50} = 186.16 \pm 0.61$ mg/mL), con diferencias significativas ($p < 0.05$). La Tabla 1 muestra que los valores de V_{max} , K_m y K_i fueron menores para α -AMY. El incremento en la concentración de RSE elevó K_m y redujo V_{max} , K_i y K_i' , y, junto con la intersección de las rectas en el segundo cuadrante del gráfico de Lineweaver-Burk (Fig. 1), mostrando un mecanismo de inhibición mixta. Por el contrario, en α -GLU, el aumento de RSE redujo V_{max} y K_m , y elevó K_i , originando líneas paralelas indicativas de un mecanismo acompetitivo. El efecto

probablemente se deba a la sinergia de compuestos bioactivos, como fenoles y flavonoides, capaces de retardar las dos etapas clave de la hidrólisis del almidón [1,2].

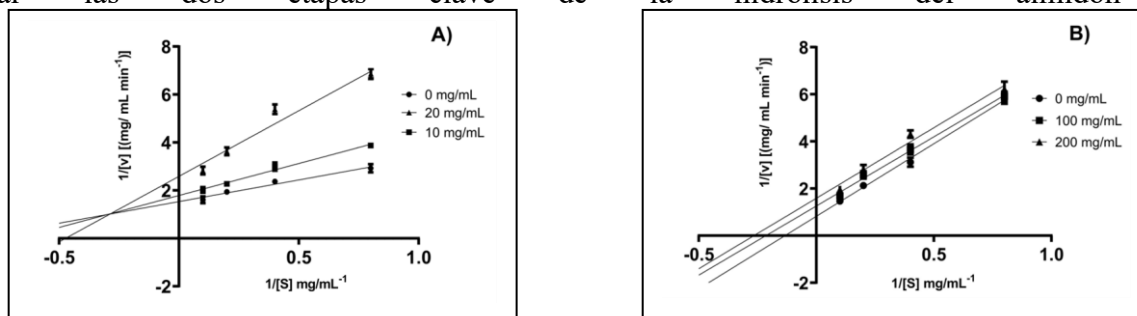


Fig. 1. Gráficos de Lineweaver-Burk para la inhibición de α -AMY y α -GLU a diferentes concentraciones de RSE. A) RSE frente a α -AMY. B) RSE frente a α -GLU.

Cuadro 1. Parámetros cinéticos de la inhibición de RSE sobre la actividad de α -AMY y α -GLU.

Concentración de RSE (mg/mL)	V_{max} (mg/mL min)	K_m (mg/mL)	K_i (mg/mL)	K_i' (mg/mL)	Tipo de inhibición
α -amilasa					
0	0.65	1.18	NA	NA	Mixto
10	0.56	1.49	20.99	59.91	
20	0.39	2.11	9.86	29.07	
α -glucosidasa					
0	1.21	7.48	NA	NA	Acompetitivo
100	0.76	4.66	165.23	NA	
200	0.61	3.77	203.04	NA	

Conclusiones. El extracto acuoso de *R. sativus* L. moduló la digestión de carbohidratos, mostrando mayor efecto inhibitorio sobre α -AMY que sobre α -GLU, en concordancia con cambios concentración dependientes en los parámetros cinéticos. Aunque la inhibición de α -GLU fue menor, los resultados ponen de manifiesto el potencial del extracto como ingrediente nutracéutico para atenuar picos glucémicos posprandiales. No obstante, se requieren estudios adicionales para identificar y caracterizar los compuestos bioactivos asociados de la inhibición enzimática observada.

Agradecimientos. Agradecemos el financiamiento otorgado por SECIHTI por la subvención 316633.

Referencias.

1. Uuh-Narvaez J., González-Tamayo, M, Segura-Campos, M. (2021). A study on nutritional and functional study properties of Mayan plant foods as a new proposal for type 2 diabetes prevention. *Food Chem.* **341** 128247.
2. Uuh Narvaez J., Negrete-León, E, Acevedo-Fernández, J., Segura-Campos, M. (2021) Antihyperglycemic and hypoglycemic activity of Mayan plant foods in rodent models, *J. Sci. Food Agric.* **101**, 4193–4200.
3. Uuh-Narvaez, J., Guerrero-Analco, J. A., Monribot-Villanueva, J. L., Segura Campos, M. (2024). Mechanistic in vitro study of the effect of Cucurbita moschata (Cucurbitaceae) on carbohydrate digestive enzymes. *J Food Science*, **89** (12), 9923-9935.

Diagnóstico de cáncer de mamá mediante machine learning

Blas Homa Graciela María y Jiménez Durán Camila Fabiola

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Carmen, Av. Aviación por 56, Campus "José Ortíz Ávila", Col.
Benito Juárez. Ciudad del Carmen, Campeche, C.P. 24180.
(211213@mail.unacar.mx y 211276@mail.unacar.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El cáncer de mama es una de las principales causas de mortalidad en mujeres a nivel mundial. La detección temprana es fundamental para mejorar el pronóstico y la supervivencia de las pacientes. El Machine Learning (ML) se ha convertido en una herramienta prometedora para apoyar el diagnóstico clínico, permitiendo procesar grandes volúmenes de datos y detectar patrones que serían difíciles de identificar de manera tradicional. Diversos estudios han mostrado la efectividad de algoritmos como árboles de decisión, Random Forest y máquinas de soporte vectorial, con niveles de exactitud cercanos al 97%. El objetivo de este trabajo es analizar la aplicación de algoritmos de ML en el diagnóstico del cáncer de mama, evaluando su precisión y confiabilidad.

Metodología. Se realizó una revisión de literatura especializada sobre el uso de Machine Learning en el diagnóstico de cáncer de mama. Se consultaron bases de datos científicas y se seleccionaron artículos que emplean algoritmos supervisados como regresión logística, árboles de decisión, Random Forest, AdaBoost, XGBoost, SVM y redes neuronales. El análisis se centró en la estrategia utilizada, los conjuntos de datos aplicados, principalmente el Wisconsin Breast Cancer Dataset, y las métricas de evaluación como exactitud, precisión, recall y F1.

Resultados y Discusión. Los resultados muestran que los algoritmos de ensamble, como Random Forest y AdaBoost, alcanzaron niveles de exactitud superiores al 95%. El algoritmo de árboles de decisión logró clasificar correctamente el 100% de las muestras en algunos estudios con el dataset de Wisconsin. SVM y KNN también presentaron buenos desempeños, aunque dependen de la calidad y el tamaño de los datos. Las redes neuronales demostraron una gran capacidad para analizar imágenes médicas, destacando en la identificación de patrones complejos. La validación cruzada y el uso de métricas múltiples resultaron esenciales para garantizar la confiabilidad de los modelos.

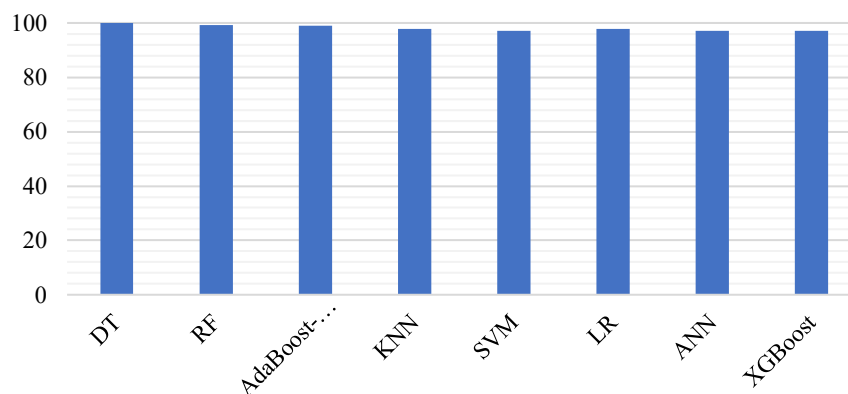




Fig. 1. Niveles de precisión de los diferentes algoritmos para el diagnóstico de cáncer de mama.

Conclusiones. El Machine Learning representa una herramienta eficaz para el diagnóstico del cáncer de mama, ya que permite mejorar la detección temprana y apoyar la toma de decisiones clínicas. Si bien no existe un algoritmo universalmente superior, Random Forest, árboles de decisión y SVM han mostrado un desempeño sobresaliente. La elección del modelo depende de la calidad de los datos y del objetivo clínico planteado.

Agradecimientos. Se agradece a la Universidad Autónoma del Carmen por el apoyo brindado para la elaboración de este trabajo, así como a Francisco Alberto Tamayo Ordoñez por la revisión de la investigación.

Referencias

1. Amraei, J., Mirzapoor, A., Motarjem, K., & Abdollahad, M. (2025). Enhancing breast cancer diagnosis through machine learning algorithms. *Scientific Reports*, 15(1), 23316. <https://www.nature.com/articles/s41598-025-07628-9>
2. Millán Gómez, J. A., & Robles Fajardo, J. B. (2020, junio 3). Ensemble learning method for the prediction of breast cancer recurrence [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/47382323-8c27-452b-8afa-60c6956bd9a9/content>
3. Rodríguez Zúñiga, M. A., & Pérez Esparza, E. (2024). Integración de la Inteligencia Artificial en el Diagnóstico y Pronóstico del Cáncer de Mama en México. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(1), 3358-3377. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9430142>

Supervivencia de *Limosilactobacillus reuteri* DSM 17938 cultivada en caldo de avena malteada suplementado con citrato de zinc durante una simulación de digestión *in vitro*

Linares Morales José Rafael, Nevárez Moorillón Guadalupe Virginia, Salmerón Ochoa Iván
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario S/N, Campus
UACH II, Chihuahua, Chihuahua, 31125.
(Email: p319461@uach.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Un sistema inmune débil se ha relacionado con la deficiencia de zinc, entre otros factores, aumentando la susceptibilidad a las enfermedades respiratorias [1]. La prevalencia de la deficiencia de zinc en adultos mexicanos es del 48% [2]. Los probióticos tienen efecto inmunomodulador en los humanos [3]. Desarrollar una bebida probiótica suplementada con zinc puede ayudar a mitigar esta deficiencia de nutrientes y fortalecer el sistema inmune [2]. *Limosilactobacillus reuteri* DSM 17938 es un probiótico que creció adecuadamente en un caldo formulado con avena malteada suplementado con sulfato de zinc. Sin embargo, los compuestos orgánicos son más biodisponibles que las formas inorgánicas por lo cual se sustituirá el sulfato por citrato de zinc. Por otra parte, los probióticos deben alcanzar el intestino delgado en suficiente concentración para ejercer sus efectos beneficiosos. El objetivo de esta investigación es evaluar la capacidad de *L. reuteri* DSM 17938 para metabolizar el citrato de zinc y evaluar su viabilidad a través de la digestión gastrointestinal *in vitro* cuando se cultiva en el caldo de avena malteada suplementado con citrato de zinc.

Metodología. Se desarrollaron dos medios de cultivo diferenciales (Agar Kempler modificado y agar citrato de zinc) para evaluar el metabolismo del citrato de zinc por *L. reuteri* DSM 17938 basándose en los requerimientos nutricionales de las bacterias ácido lácticas. Se empleó *L. casei* LA5, *L. Lactis*, *L. mesenteroides* PP12 y CAL14 como controles positivos y como control negativo *L. acidophillus*. Se cultivó el probiótico en un medio formulado con avena malteada suplementado con citrato de zinc. Los metabolitos producidos por el probiótico debido al metabolismo del citrato (Diacetilo y acetoina) fueron identificados por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS). Como control negativo se cultivó el probiótico en el caldo sin citrato. Se evaluó la viabilidad del probiótico cultivado en el caldo de avena malteada suplementado con citrato de zinc durante una simulación de digestión gastrointestinal (oral, gástrica e intestinal) siguiendo lo establecido en el protocolo estandarizado INFOGEST [4]. Los recuentos bacterianos se determinaron utilizando la técnica de conteo por gota [5].

Resultados y Discusión. Los cambios de color en los medios diferenciales formulados (Fig. 1a) sugieren que *L. reuteri* DSM 17938 metabolizó el citrato de zinc. Además, se determinó en el sobrenadante del medio fermentado diacetilo y acetoina, los cuales provienen del metabolismo del citrato, lo que confirma que es metabolizado por el probiótico (Fig. 1b). Se produjo más acetoina ($0,40 \text{ g/L} \pm 0,07$) que en el

control ($0,18 \text{ g/L} \pm 0,0$) con una $p = 0.027$. El 16.11 % del recuento inicial de probióticos conservó su viabilidad al final de la etapa intestinal de la digestión in vitro, como se muestra en la tabla 1. Este porcentaje corresponde a $4.25 \times 10^6 \text{ UFC/mL}$, superior al mínimo establecido para ser considerado probiótico, lo que confirma la capacidad probiótica del *L. reuteri* DSM 17938 al ser cultivado en el medio de avena malteada suplementado con zinc.

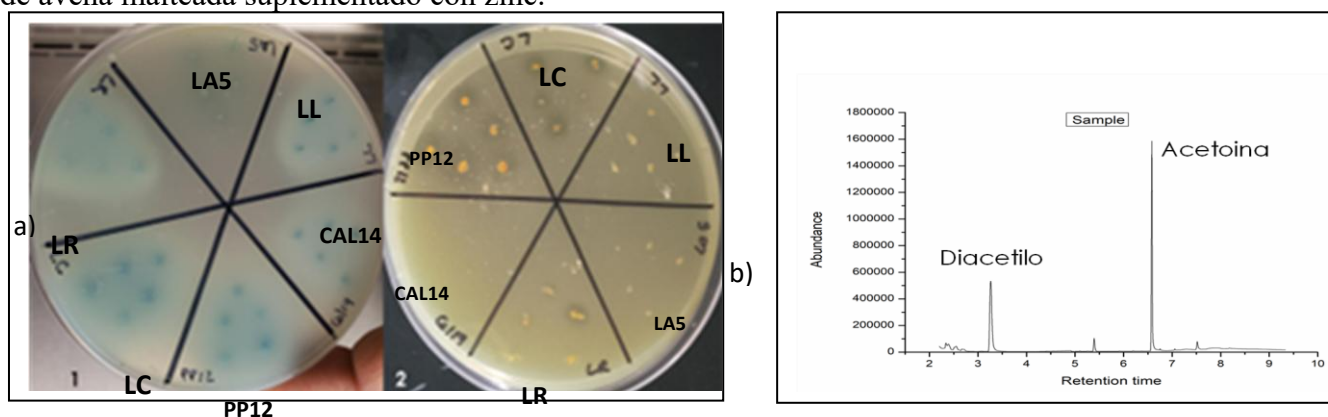


Fig. 1. Metabolismo del citrato por *L. reuteri* 17938. A1) Crecimiento en Agar Kempler modificado, y A2) Agar citrato. Las cepas evaluadas fueron LC: *L. casei*; LA5: *L. acidophilus* control negativo; LL: *L. Lactis*; PP12 y CAL14: *L. mesenteroides* y LR: *L. reuteri* DSM 17938. b) Cromatograma de la determinación de diacetilo y acetoina como productos del metabolismo del citrato por GC-MS.

Cuadro 1. Crecimiento de *L. reuteri* DSM 17938 en Log UFC/mL y % de viabilidad durante la simulación de digestión.

	Inicial	Oral	Gástrica	Intestinal
Muestra	2.64×10^7	1.4×10^7 (54.14)	1.18×10^7 (44.84)	4.25×10^6 (16.11)
Control	8.95×10^6	8×10^6 (89.39)	6.68×10^6 (74.67)	3.07×10^6 (34.26)

Conclusiones. *L. reuteri* DSM 17938, además de metabolizar el citrato de zinc, sobrevivió a la simulación gastrointestinal en una concentración suficiente como para ejercer su efecto probiótico.

Agradecimientos. Al SECIHTY por el apoyo otorgado a José R. Linares M. CVU:311730 como becario postdoctoral.

Referencias.

1. Eijkelkamp B, Morey J, Neville S et al. (2019). Dietary Zinc and the control of Streptococcus pneumoniae infection. *PLoS Pathog.* 15:1–26.
2. Ramírez-Silva I, Rodríguez-Ramírez S, Barragán-Vázquez S et al. (2020) Prevalence of inadequate intake of vitamins and minerals in the Mexican population correcting by nutrient retention factors, Ensanut 2016. *SPM.* 62:521–531
3. Shahbazi R, Yasavoli-Sharahi H, Alsadi N, Ismail N, Matar C (2020) Probiotics in Treatment of Viral Respiratory Infections and Neuroinflammatory Disorders. *Molecules* (Basel, Switzerland) 25:1–20.
4. Brodkorb A, Egger L, Alminger M et al. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nat Protoc* 14: 991–1014.
5. Miles A, Misra S, Irwin J (1938) The estimation of the bactericidal power of the blood. *J Hyg* 38:732–749

Incorporación de compuestos fenólicos obtenidos de las pérdidas de *Mangifera indica* y *Persea americana* en tortillas de maíz

Castañeda-Pérez Eduardo^a, Chan-Dzib Yesica Anahí^a, Hernández-Martínez Diana Maylet^b, Pacheco-López Neith^c y Betancur-Ancona David^a

^a Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico Norte, Km 33.5, TC 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203 Mérida Yucatán, México

^b Departamento de Biofísica, ENCB, Instituto Politécnico Nacional, C.P. 11340, CDMX, México.

^c Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. A.C. Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, Km 5.5, carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto, Mérida, Yucatán, México. (eduardo.castaneda@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En México, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social, en el 2013 se perdió un 37% de los alimentos producidos, 10 millones 431 toneladas de alimentos al año y, en el 2024 según estimaciones de la FAO, el grupo de frutas y verduras presenta el mayor índice de desperdicio con 1166 millones de toneladas, seguido del grupo de los cereales[1]. Una característica de los desperdicios a considerar es la posibilidad de revalorizarlos y darles un uso secundario. En este sentido, se ha demostrado que los desperdicios de mango y aguacate contienen compuestos bioactivos que pueden ser aprovechados[2]. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue extraer los compuestos fenólicos totales de la cáscara y la semilla de frutos desperdiciados de mango (*Mangifera indica*) y aguacate (*Persea americana*), para su incorporación en tortillas de maíz.

Metodología. Los compuestos fenólicos (CF) fueron extraídos y cuantificados, mediante el método de Folin-Ciocalteu [2], de las harinas de cáscara (CM) y semilla de mango (SM), así como de cáscara (CA) y semilla (SA) de aguacate para, posteriormente, encapsularlos mediante secado por aspersión. Los CF encapsulados fueron añadidos a tortillas en concentraciones del 3%, 10% y 30% con respecto al peso de la masa. Las tortillas fueron evaluadas fisicoquímicamente (humedad, cenizas, fibra cruda, grasa y proteína crudas) [3] y sensorialmente con una prueba afectiva de escala hedónica. Fue medida la capacidad antioxidante (AC) mediante los ensayos de captación de radicales libres por DPPH y ABTS [2].

Resultados y Discusión. La CM mostró el mayor contenido de compuestos fenólicos totales (CFT), con 277.84 ± 5.27 mg EAG/g, y también presentó la mayor actividad antioxidante por el método DPPH, con 983.17 ± 0.90 mg EQ Trolox/g. Tras el encapsulado la harina de CM conservó los mayores valores residuales de CFT y AC. Las tortillas no mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en su resistencia a la rotura ni en sus propiedades fisicoquímicas, en comparación con el control y las diferentes proporciones de incorporación de harinas CA, CM, SA y SM procesadas. Cabe destacar que las tortillas

enriquecidas no presentaron actividad antioxidante. En la evaluación sensorial, la tortilla preferida por los jueces fue la enriquecida con harina de CM secada por aspersión

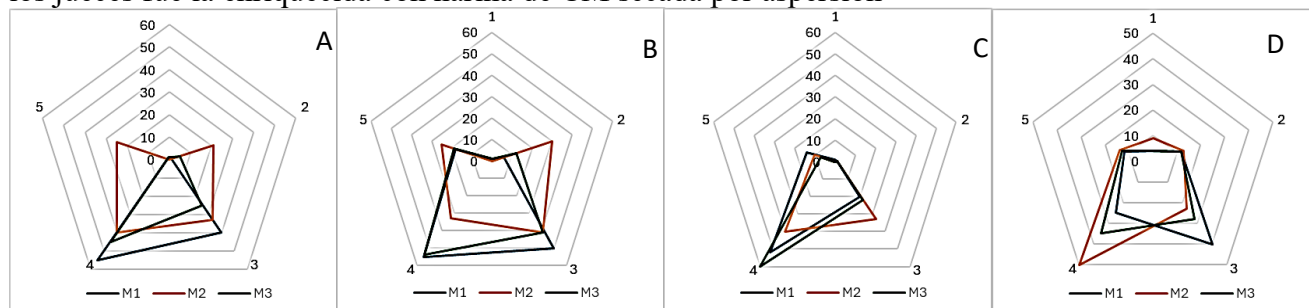


Fig. 1. Preferencia de las propiedades A) olor, B) sabor, C) color y D) textura en la evaluación sensorial. Donde M1 es el control; M2 es CM, cáscara de mango y M3 es SM, Semilla de mango. Los valores son expresados en frecuencia absoluta.

Cuadro 1. Compuestos bioactivos de extractos etanólicos antes y después de secados por aspersión de cáscara y semillas de pérdidas de mango y aguacate.

	Extractos			Secados por aspersión		
	CFT (mg EAG/g)	DPPH (mg EQ Trolox/g)	ABTS (mg EQ Trolox/g)	CFT (mg EAG/g)	DPPH (mg EQ Trolox/g)	ABTS (mg EQ Trolox/g)
CA	135.42 ± 1.54 ^a	31.0 ± 0.03 ^a	26.11 ± 2.50 ^a	46.22 ± 0.66 ^a	2.40 ± 0.97 ^a	9.18 ± 0.03 ^a
SA	214.39 ± 6.28 ^b	95.24 ± 0.09 ^b	8.12 ± 1.50 ^b	39.56 ± 0.20 ^b	4.01 ± 0.22 ^b	1.46 ± 0.01 ^b
CM	277.84 ± 5.27^c	983.17 ± 0.90^c	126.32 ± 0.01 ^c	79.74 ± 1.40^c	77.51 ± 0.73^c	25.26 ± 0.02^c
SM	158.26 ± 0.76 ^d	765.23 ± 0.70 ^d	201.48 ± 2.50 ^d	31.20 ± 0.96 ^d	14.37 ± 0.19 ^d	13.66 ± 0.01 ^d

Conclusiones. Los extractos fenólicos extraídos de cáscaras y semillas de las frutas de mango y aguacate desperdiciadas por su baja calidad comercial mostraron un contenido de compuestos fenólicos y una capacidad antioxidante con valores sobresalientes de 277.84 ± 5.27 mg EAG/g y 983.17 mg EQ Trolox/g, respectivamente para CM, validando su potencial para ser incorporados como antioxidantes naturales en productos alimenticios como antioxidantes naturales. La encapsulación de estos extractos fue efectiva pues se mantuvo la estabilidad de los compuestos.

Agradecimientos. Por la beca 1158389 concedida a la alumna Yesica Anahí Chan Dzib por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT)

Referencias.

- [1] Food Outlook – Biannual report on global food markets. FAO, 2024. doi: 10.4060/cd1158en.
- [2] J. Uuh-Narváez, E. Castañeda-Pérez, L. Chel-Guerrero, D. M. Hernández-Martínez, and D. Betancur-Ancona, “Assessment of bioactive compounds and antioxidant capacity of peels and seeds from *Mangifera indica* L cv Ataulfo waste,” *European Food Research and Technology*, vol. 249, no. 6, pp. 1461–1468, Jun. 2023, doi: 10.1007/s00217-023-04225-w.
- [3] AOAC, “AOAC. Official methods of analysis 18th Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA.,” Association of Official Analytical Chemists.



Modelado cinético de la autohidrólisis de la fracción de hemicelulosa del bagazo de caña de azúcar

Carrales-Briones, Jorge R., Ruiz, Héctor A., Rodríguez-Jasso, Rosa M.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza 935, República.
Saltillo, Coahuila, 25280.

(jorgecarralesbriones@uadec.edu.mx y hector_ruiz_leza@uadec.edu.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Para reducir problemas de salud ocasionados por una mala alimentación y una absorción de nutrientes deficiente, se analizan fuentes sustentables para la extracción de compuestos que regulan el sistema digestivo. Una alternativa, realizada en este estudio, fue la solubilización de la hemicelulosa presente en el bagazo de caña de azúcar (BCA), que se procesó dentro de un concepto de biorrefinería de segunda generación (2B) utilizando el pretratamiento hidrotérmico (HTP) como método de extracción en un reactor batch [1]. El HTP utiliza agua como disolvente a condiciones críticas de presión y temperatura, y tiempos de procesamiento que se correlacionaron con el factor de severidad [$\log_{10}(\text{Ro})$] (parámetro representativo del proceso de autohidrólisis). En la operación se acidifica y cataliza el medio, obteniendo Xilooligosacáridos (XOS), producto proveniente de la despolimerización de la hemicelulosa. Los XOS se consideran prebióticos que reducen el colesterol y glucosa en la sangre, mejoran la absorción de nutrientes, eliminan los radicales libres y regulan el crecimiento de la microbiota intestinal [2].

Metodología. La metodología se enfocó en 3 etapas específicas, como primer etapa, se realizó el acondicionamiento del BCA; midiéndose la humedad, asegurando un valor $\leq 20\%$ en base seca para una conversión eficiente [3], una reducción del tamaño de partícula entre 0.5 – 2 mm para eficientar la solubilización de la hemicelulosa y aumentar el rendimiento de extracción [4]. Se realizó una caracterización ácida cuantitativa *National Renewable Energy Laboratory* (NREL/TP-510-42618) [5], para cuantificar por *high-pressure liquid chromatography* (HPLC) la concentración de hemicelulosa (xilano) en el BCA y evaluar el potencial para la producción de XOS. En la segunda etapa, cada tratamiento se alimentó con 80 mL de agua destilada y 8 g de biomasa. Se realizaron un total de 65 tratamientos, cinco temperaturas 150, 160, 170, 180 y 190 °C a trece tiempos de procesamiento de 0 – 60 min con intervalos de 5 min, por HPLC calcularon las concentraciones de XOS en g/L. Además, se midió el pH, se calculó la velocidad de calentamiento en °C/min y el [$\log_{10}(\text{Ro})$]. En la tercer etapa se diseñaron las cinéticas de despolimerización de la hemicelulosa, permitiendo representar el comportamiento de la solubilización de este heteropolisacárido en condiciones de autohidrólisis.

Resultados y Discusión. Como resultados de las actividades mencionadas, se obtuvo un contenido de humedad de 7.85 % b.s. y una concentración de hemicelulosa de $20.54 \pm 0.46\%$ (g/g) con un porcentaje de xilano del 80 % b.s., se registrarán rangos de pH entre 4.44 - 3.16, demostrando la acidificación del medio durante el HTP, valores de velocidad de calentamiento entre 8 – 15 °C/min, asegurando un sistema



de calentamiento similar en las réplicas. Se registraron rangos de $[\log_{10}(Ro)]$ entre 3.17 – 4.56, los cuales se relacionaron con una producción de XOS desde 0.5 a 21.3 g/L. Las cinéticas de despolimerización de la hemicelulosa mostraron comportamientos exponenciales de producción, en la Fig.1 se muestra el comportamiento optimo de producción de XOS y en la Fig.2 el modelo propuesto en este estudio.

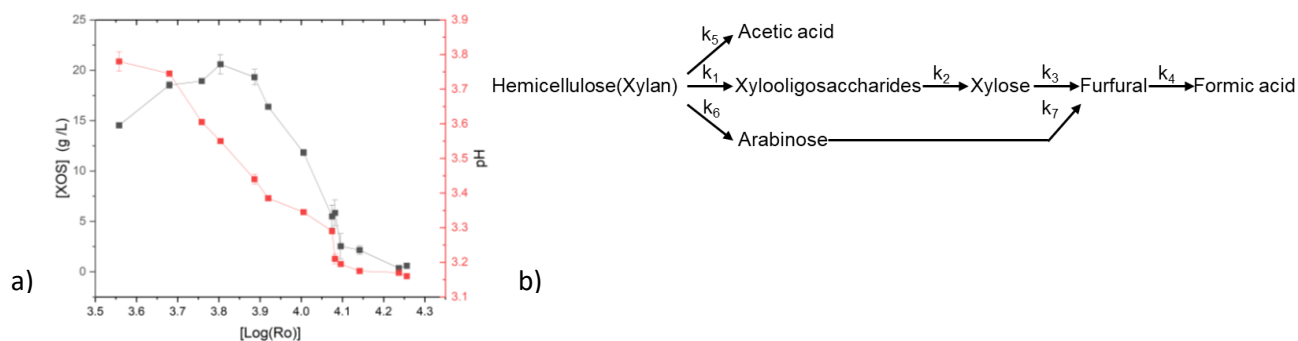


Fig. 1. a) Producción de XOS a 190 °C en función del $[\log_{10}(Ro)]$ y la acidificación del medio, b) Modelo propuesto de las cinéticas de despolimerización y degradación de hemicelulosa.

Conclusiones. El HTP resultó ser un método de extracción sustentable que permitió la solubilización de la fracción de hemicelulosa presente en el bagazo de caña de azúcar para el diseño de un modelo representativo del comportamiento de las cinéticas de despolimerización, siendo este residuo, una biomasa con potencial para la producción de xilooligosacáridos, mismos que al utilizarse como ingrediente en una matriz alimentaria ofrece beneficios en la microbiota intestinal.

Agradecimientos. El autor desea agradecer al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por su apoyo con la Beca de Doctorado (ahora SECIHTY), con número de subvención: 1013330.

Referencias.

1. Ruiz, Galbe, Garrote, Ramirez-Gutierrez, Ximenes, Sun, Lachos-Perez, Rodríguez-Jasso, Sun, Yang, Ladisch (2021) Severity factor kinetic model as a strategic parameter of hydrothermal processing (steam explosion and liquid hot water) for biomass fractionation under biorefinery concept. *Bioresour. Technol.* vol (342), 125-961.
2. Corrales, Sánchez, Severo, Sánchez, Soares, da Silva, dos Santos, Terán (2023) Valorization of rice husk by hydrothermal processing to obtain valuable bioproducts: Xylooligosaccharides and Monascus biopigment. *Carbohydr. Polym. Technol. Appl.* Vol (6), 100-358.
3. Liu, Eksioglu, Roni (2021) Stochastic Process Optimization of an Integrated Biorefinery. *T-ASE.* 1-17.
4. Nagarajan, Thulasinathan, Arivalagan, Alagarsamy, Muthuramalingam, Thangarasu, Thangavel (2021) Particle size influence on the composition of sugars in corncob hemicellulose hydrolysate for xylose fermentation by *Meyerozyma caribbica*. *Bioresource Technology.* Vol (340), 125677.
5. Sluiter, Hames, Ruiz, Scarlata, Sluiter, Templeton, Crocker (2008) Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass (NREL/TP-510-42618).

Estudio de la actividad antiinflamatoria del extracto de flores de *Lonchocarpus longistylus* en macrófagos peritoneales murinos

Puc Reyes Gerardo Iván, Dr. Arana Argáez Víctor Ermilo, Dra. Villa de la Torre Fabiola, Dra. Martínez Rizo
Abril Bernadette

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 43 s/n x 96 Paseo de las Fuentes y 40 Col.
Inalámbrica. Mérida, Yucatán, C.P 97069. (A17004048@alumnos.uady.mx; victor.arana@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La inflamación ha sido un importante problema de salud y es una de las principales causas de enfermedad, afectando diversos sistemas y órganos. La inflamación aguda puede resolverse sin tratamiento, pero la inflamación crónica representa un reto para su identificación y resolución. Existen tratamientos como los analgésicos, AINES y opioides, pero su uso prolongado genera efectos adversos en sistemas como el gastrointestinal, renal y cardiovascular. En Yucatán, la medicina tradicional Maya utiliza plantas como remedios naturales. *L. longistylus*, usada en el Balché, ha tenido un uso empírico y se han reportado propiedades antiinflamatorias dependiendo de la parte utilizada. Se tiene como objetivo evaluar las propiedades antiinflamatorias de las flores de *L. longistylus* y ayudar a caracterizar sus efectos y viabilidad en células.

Metodología. La obtención del extracto de flores se realizó mediante secado y maceración con metanol al 100%. Los macrófagos peritoneales se obtuvieron de ratones BALB/c mediante un proceso de lavado de la cavidad peritoneal utilizando PBS, para luego realizar el conteo de células viables. Primeramente, se determinó el efecto citotóxico y hemolítico del extracto metanólico de flores de *L. longistylus* midiendo la viabilidad celular (VC) por medio del ensayo de MTT y Hemólisis, se usaron concentraciones de 1-300 µg/mL. Se realizó la cuantificación de citocinas como la IL-1β, IL-6, TNF-α e IL-10, mediante el Ensayo de Inmunoadsorción Ligado a Enzima (ELISA), tratando a los macrófagos a las concentraciones de 1-300 µg/mL y el posterior estímulo con LPS (1 µg/mL). Las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno fueron cuantificadas con un kit comercial para detección de H₂O₂ y utilizando el reactivo de Griess para medición de NO respectivamente.

Resultados y Discusión. La prueba de citotoxicidad señala una VC del 67.56% para el control positivo de células con DMSO al 100 %, en comparación al 100% de VC en células sin tratamiento, y valores de 87.06, 87, 91.19, 100.87 y 119.557% para las concentraciones de 1, 10, 100, 200 y 300 µg/mL respectivamente (fig. 1a), lo cual no representa un efecto citotóxico para las células, los resultados son congruentes comparados con ensayos de citotoxicidad de compuestos bioactivos de algunas otras especies ya estudiadas de *Lonchocarpus*, como la *L. punctatus* [1]. La prueba de hemólisis nos señala una actividad hemolítica mínima de 3.87, 5.65, 3.34, 9.67 y 11.28% para las diferentes concentraciones en comparación del control positivo (fig. 1b), lo que nos indica que el extracto no causa daño en la

superficie eritrocitaria, otras especies como *L. sericeus* tampoco muestran una capacidad hemolítica significativa [2]. Los resultados de ELISA señalan una disminución gradual de IL-1 β , IL-6 y TNF- α en los macrófagos tratados con el extracto, siendo 707.87, 355.93 y 424.007 pg/mL los controles positivos (LPS) y disminuyendo a 402.604, 143.84 y 8.27 pg/mL respectivamente a las concentraciones máximas del extracto; en cuanto a la IL-10, se vio un aumento considerable, pasando de 3.1 pg/mL del control negativo, a 181.911 en la concentración máxima del extracto, este aumento de IL-10, comparado con el decremento de IL-1 β , IL-6 y TNF- α nos señala el incremento de la citocina antiinflamatoria y la disminución de las proinflamatorias. El extracto mostro una capacidad de inhibición de H₂O₂ y NO del 73.105% y 16.782% respectivamente a las máximas concentraciones del extracto; esto coincide con la presencia de compuestos fenólicos en especies del género *Lonchocarpus* [3], los cuales son responsables de las actividades antioxidantes sobre las especies reactivas.

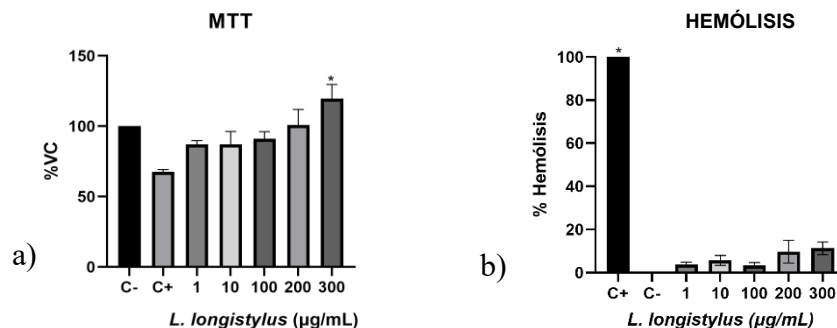


Fig. 1. a) ensayo de viabilidad celular en macrófagos peritoneales, b) %Hemólisis del extracto metanólico de *L. longistylus*.

Conclusiones. El extracto metanólico de *L. longistylus* no presenta efectos sobre la viabilidad celular en macrófagos peritoneales murinos ni en eritrocitos humanos; el extracto mostro la capacidad de disminuir las citocinas proinflamatorias IL-1 β , IL-6 y TNF- α y aumentar la liberación de la citocina antiinflamatoria IL-10, al igual que inhibir la producción de especies reactivas de nitrógeno y oxígeno, por lo que este estudio demuestra la capacidad antiinflamatoria del extracto metanólico de *L. longistylus*.

Agradecimientos. Agradezco a la facultad de química y a mi director de tesis.

Referencias.

1. Borges R, Cáceres M., Nuria De, C., Bastien J., Vicente F., Genilloud, O., Melguizo A., Díaz C., Reyes F., El Aouad N., & Sansores P. (2017). Cytotoxic studies and in vitro effects of trans-3,4,4',5'-tetramethoxystilbene, a bioactive compound isolated from *Lonchocarpus punctatus* Kunth. *Polibotánica*, (43), 165-175.
2. Cunha G., Fontenele J., Nobre H., De Sousa F., Silveira E., Nogueira N., De Moraes M., Viana G., & Costa L. (2003). Cytotoxic activity of chalcones isolated from *lonchocarpus sericeus* (pocr.) kunth. *Phytotherapy research : PTR*, 17(2), 155-159.
3. Vasconcelos A., Arruda V., de Alencar D., Saker S., Albuquerque M., Dos Santos H., Bandeira P., Pessoa O., Cavada B., Henriques M., Pereira M., & Teixeira E. (2014). Antibacterial and antioxidant activities of derriobtusone A isolated from *Lonchocarpus obtusus*. *BioMed research international*, 2014, 248656.

Evaluación citotóxica y toxicológica de los extractos orgánicos de hoja de *Lonchocarpus longistylus* y *Caesalpinia gaumeri*

Tiburcio-Pacheco Angela,^a Novelo-Palomino Litzy,^a Borges-Argaez Rocío,^b Martínez-Rizo Abril,^a Arana-Argaez Victor,^a Ruiz-Ciau Durcy,^a Martín-Quintal Zhelmy^a y Villa-de la Torre Fabiola.^a

^a Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, calle 43 s/n x 96 Paseo de las Fuentes y 40 col. Inalámbrica. C.P. 97069. Mérida, Yucatán México.

(*Correo: a20219574@alumnos.uady.mx y fabiola.villa@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Poster

Introducción. El Balché o *L. longistylus* (familia *Papilionaceae*) es una especie del género *Lonchocarpus* de la sección *punctati*, endémica de la península de Yucatán, utilizada en la medicina tradicional maya como antitusivo, laxante y antiséptico. [1,2]. El género *Caesalpinia* (C.) pertenece a la familia de las leguminosas (Fabaceae) y comprende a más de 500 especies de árboles con amplio uso medicinal. *C. gaumeri* es usada principalmente contra el dolor de cabeza, como antiparasitario y epilepsia. [3,4]. Sin embargo, en ambas existe escasa información sobre los efectos toxicológicos en el organismo. Por lo cual, en este trabajo se evaluó la actividad citotóxica y toxicológica de las hojas.

Metodología. Los extractos MeOH de las hojas de *L. longistylus* y *C. gaumeri* fueron obtenidos mediante la técnica de maceración y las particiones Hx-DCM por extracción líquido-líquido. Para determinar los compuestos presentes, se realizó una cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC/MS). La actividad hemolítica se evaluó con los métodos de hemólisis por difusión de placa y hemólisis cuantitativa. Se realizó el ensayo de Toxicidad oral aguda (OECD 423) en ratas Wistar y ratones BALB/c hembras.

Resultados y Discusión.

En la hemólisis por difusión en placa, las concentraciones que presentaron actividad hemolítica fueron: *L. longistylus* (MeOH) en concentraciones de 1000 y 500 µg/ml, con halos de 11.3 mm y 9.8 mm respectivamente, el extracto Hx de *L. longistylus* presentó halos de 14.5 mm, 12.3 mm y 9.3 mm en concentraciones de 1000, 500 y 300 µg/ml. Mientras que *C. gaumeri* (MeOH) presentó actividad hemolítica en concentraciones de 1000 y 500 µg/ml de 3.3 mm y 2.6 mm, mientras que el extracto Hx en concentraciones las mismas concentraciones mostraron la presencia de halos de 5.6 y 4.2 mm correspondientemente. En la prueba cuantitativa, *C. gaumeri* presentó actividad hemolítica significativa del extracto MeOH y DCM a partir de una dosis de 500 µg/ml con una media de 19.74 ± 0.3 y 12.72 ± 0.5 y el extracto Hx a partir de una dosis de 100 µg/ml con una media de 16.27 ± 0.5 , de acuerdo con la American Society for Testing and Materials (ASTM) se considera la presencia de hemólisis marcada dado a que es una concentración mayor del 10%. En el caso de *L. longistylus*, los porcentajes de hemólisis producidos por el extracto MeOH, en concentraciones de 1000, 500 y 100 µg/ml, fueron de 61.81%,

29.53% y 4.14% respectivamente; en cambio, en el extracto Hx, los porcentajes hemolíticos para las mismas concentraciones fueron: 93.42 %, 53.63% y 8.14% respectivamente. De acuerdo con la ASTM, ambos extractos presentan una hemólisis marcada en concentraciones de 1000 y 500 µg/ml.

En la prueba de toxicidad aguda oral, no se observaron signos de efectos adversos, toxicidad o letalidad en dosis de 300 y 1000 mg/kg durante el tiempo de observación.

El análisis de los extractos vegetales de las hojas de *C. gaumeri* caracterizados por cromatografía de gases-masas revelaron componentes principales. De la partición hexánica (Hx), se identificaron vitamina E, A y B tocospiro y ácido 6-octadecenoico con tiempos de retención correspondientes a 18.9, 17.6, 17.7 y 13.7, mientras que en la partición diclorometánica (DCM) se identificaron 5,5, 8a/trimetil-3,5,6,7,8, 8a hexahidro 2H cromeno, 2-hexadecen-1-ol-3,7,11,15 tetrametil y ácido palmítico con tiempos de retención 11.8, 12.1 y 12.6 respectivamente.

Conclusiones. Ambas especies (*L. longistylus* y *C. gaumeri*) presentaron actividad hemolítica en el ensayo preliminar. El extracto metanólico de *C. gaumeri* presentó actividad hemolítica significativa en el ensayo cuantitativo a concentraciones de 500 µg/ml, mientras que el extracto hexánico presentó hemólisis en concentraciones de 100 µg/ml. Se determinaron diferentes compuestos relevantes, que podrían conferir dichas propiedades biológicas.

No se observaron comportamientos significativos en la prueba toxicológica, principalmente, conductual.

Agradecimientos. Al M. en C. Francisco Chi por la colecta e identificación de las especies. Financiamiento interno FQ-UADY, SISTPROY en trámite.

Referencias.

1. Avilés-Peraza, G. C. (2015). Balché (*Lonchocarpus longistylus*): árbol mágico, usos ceremoniales y medicinales. Desde el Herbario CICY, 7, 46-48.
2. Gobierno del Estado de Yucatán. (febrero de 2024). Balché. <https://www.yucatan.gob.mx/?p=balche>
3. Gagnon, E.; Ringelberg, J.; Bruneau, A.; Lewis, P.; Hughes, E. (2019). Global Succulent Biome phylogenetic conservatism across the pantropical Caesalpinia Group (Leguminosae). *New Phytologist*. 222 (4), 199–208
4. Ankli, A.; Heinrich, M.; Bork, P.; Wolfram, L.; Bauerfeind, P.; Brun, R.; Sticher, O. (2002). Yucatec Mayan medicinal plants: evaluation based on indigenous uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(1), 43-52.

Evaluación de la actividad antibiótica de bacterias marinas de la microbiota de *H. floresii* sobre patógenos

Chong Que José Daniel, Serrano Gamboa J. Germán, González Burgos Araceli, Sánchez González Mónica N.
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5 Tablaje
Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán. C.P. 97203
(a18000715@alumnos.uady.mx, monica.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El incremento de la resistencia antibiótica en bacterias ha orillado a la búsqueda de compuestos y microorganismos novedosos con potencial antibiótico en nuevos entornos [1]. Debido a su gran diversidad y escasa prospección, el ecosistema marino es uno de los más prometedores para este fin. Entre los sujetos de estudio resaltan las macroalgas marinas, ya que poseen una relación estrecha con diversos grupos bacterianos quienes juegan un papel ecológico importante en el intercambio de nutrientes, la defensa y salud del alga [2], por lo que se consideran un nicho novedoso de microorganismos. *Halymenia floresii* es una macroalga roja abundante en las costas de Yucatán que, a comparación de otras macroalgas, resiste la colonización por saprófitos [3]. El objetivo del presente estudio es purificar microorganismos de la microbiota de *H. floresii* y determinar la capacidad para inhibir el crecimiento de patógenos.

Metodología. Este trabajo partió de cultivos parcialmente purificados de la microbiota de *H. floresii* colectadas en la costa de Sisal, Yucatán [4]. Las muestras fueron cultivadas en agar marino (formulación Difco 2216) sin la adición de fluoruro de sodio y con κ -carragenina 1 g/L, polisacárido abundante en *H. floresii*, como fuente de carbono. La purificación se realizó por estriado en placas, seleccionando las colonias aisladas con diferentes características morfológicas. Para aumentar el rango de búsqueda, la incubación se realizó a diferentes temperaturas: 37 °C, 20 °C y 12 °C bajo condiciones aerobias. Los aislados fueron caracterizados macroscópicamente a través del análisis de la morfología de las colonias, y de manera microscópica a través de la morfología celular y estructura de la pared celular por la tinción de Gram. La actividad antibiótica se determinó utilizando la técnica de microdilución en placas de 96 pocillos. Los microorganismos aislados y purificados fueron sembrados en caldo marino (CM) durante 48 h, con agitación. Los cultivos se centrifugaron a 10,000 g durante 10 min a 4 °C, el sobrenadante se filtró a través de membranas de nylon de 0.22 μ m, estériles. Los sobrenadantes filtrados se adicionaron a cultivos de *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, y *Escherichia coli* en caldo nutritivo (CN) utilizando una proporción 3:1 de sobrenadante aislado:inóculo patógeno con volumen final de 200 μ l. Los inóculos de patógenos fueron estandarizados a 0.5 McFarland (1.5×10^8 UFC/ml) a 625 nm. La placa se dejó incubar por 24 h a 35 °C. La inhibición fue calculada utilizando la siguiente expresión: $Inhibición_{frac} = 1 - (OD_{Sobrenadante\ inoculado}) / (OD_{ctrl\ neg})$ Donde el control negativo es CM:inóculo patógeno y CN:inóculo patógeno, ambos a proporción 3:1 con volumen final de 200 μ l. El control positivo fue hecho con una proporción de 1:14:5 de antibiótico:CM:inóculo patógeno para emular el sobrenadante. El antibiótico usado fue ampicilina a 10 μ g/ μ l. Las lecturas fueron realizadas en lector de placas a 625 nm de longitud de onda.

Resultados y Discusión. Se purificaron microorganismos con 20 morfologías de colonia diferentes. La temperatura favorable de crecimiento fue 20 °C. A 12 °C el crecimiento fue lento, mientras que a 37 °C solo MB-003 y MB-004 crecieron. Los análisis microscópicos indicaron la presencia de microorganismos con morfología bacilar, cocos, y cocobacilos. Se observó que en los controles negativos el CM no tuvo efecto en la viabilidad de los patógenos a comparación del CN, por lo que la acción del sobrenadante fue por los compuestos extracelulares de los aislados y no por la matriz del caldo marino. Los aislados MB-001 y MB-017 mostraron morfologías de colonia o microscópicas características de actinomicetos. En el ensayo de microdilución se determinó que 12 aislados presentaron una capacidad, superior al 60%, para inhibir el crecimiento de al menos un patógeno. Tres aislados lograron porcentajes de inhibición superiores al 80%. MB-010 y MB-020 sobre *K. pneumoniae* y y MB-007 sobre *S. aureus*. Entre los patógenos más susceptibles a la inhibición, se encontró *S. aureus* (Gram positiva), ya que fue inhibida por 17 de los 20 aislados evaluados. Por otro lado, *P. aeruginosa* fue el patógeno con menor susceptibilidad a inhibición seguido por *K. pneumoniae* y *E. coli*.

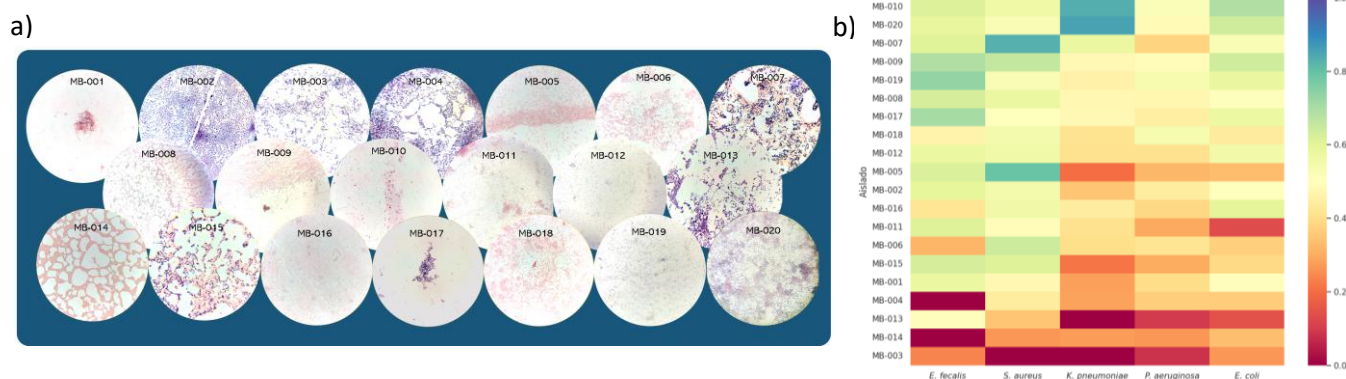


Fig. 1. a) Microscopía de tinciones de Gram los aislados a 100x. b) Inhibición fraccional del crecimiento patógeno respecto a la densidad óptica del control negativo

Conclusiones. La microbiota asociada a *H. floresii* contiene bacterias con capacidad para inhibir el crecimiento de diversos patógenos. Este hallazgo resalta el potencial de los microorganismos marinos como agentes biológicos para el control de enfermedades.

Agradecimientos. Al personal del laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química por la atención y el servicio prestado durante la investigación.

Referencias.

1. Liu, M. et al. (2019) ‘Potential of marine natural products against drug-resistant bacterial infections’. The Lancet Infectious Diseases, **19**(7): 237–e245.
2. Malik, S., Bazire, A., Gamboa-Muñoz, A., Bedoux, G., Robledo, D., García-Maldonado, J. y Bourgougnon, N. (2020). Screening of Surface-associated Bacteria from the Mexican Red Alga *Halymenia floresii* for Quorum Sensing Activity. En: *Microbiology*. **89**(6): 778-788.
3. Malik, S. et al. (2022) ‘Identification of the quorum sensing signal of the opportunistic pathogen inducing bleaching disease in the red macroalga *Halymenia floresii* holobiont’, *Applied Phycology*, **3**(1), pp. 109–119.
4. Montero-Galaviz, G., Sánchez-González, M., Rojas-Herrera, R., y Cabañas-Vargas, D. (2024). Aislamiento de la microbiota marina de *Halymenia floresii* con potencial producción de carragenasas. *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán*, **28**(4).

Condiciones para la extracción enzimática de compuestos fenólicos del fruto de ciricote verde (*Cordia Dodecandra* A. DC)

Jiménez-Morales Karina^a, Pech-Cohuo Soledad Cecilia^a, Ayora-Talavera, Teresa^b, Cuevas-Bernardino Juan Carlos^b, Pacheco-López Neith^b

^aUniversidad Politécnica de Yucatán, Carretera, Mérida - Tetiz Km.4.5, Ucu, Yucatán, C.P. 97357

^bCentro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), Km 5.5 Carretera, Sierra Papacal-Chuburná, Chuburná, Mérida 97302, Yucatán, Mexico

(karina.jimenez@upy.edu.mx, y npacheco@ciatej.edu.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El fruto de ciricote, originario del sureste mexicano, es una fuente potencial subutilizada de compuestos fenólicos con alto poder antioxidante, además de que es un material de estudio para su obtención y caracterización [1]. La hidrólisis ácida/alcalina es el método convencional para liberar compuestos fenólicos reticulados con otras macromoléculas en materiales vegetales, pero puede comprometer su funcionalidad. La hidrólisis enzimática, es una nueva tecnología poco explotada para dicho proceso, por su alta especificidad y eficiencia, y condiciones de temperatura y pH controlados [2]. Se evaluaron las condiciones de extracción enzimática con Viscozyme L[®] sobre el contenido de compuestos fenólicos (TPC) y azúcares liberados (SC), usando como sustrato harina del fruto de ciricote verde.

Metodología. Se procesaron 2 kg de fruto de ciricote inmaduro [1]. Se evaluó la actividad enzimática del complejo enzimático Viscozyme L[®] de *Aspergillus sp* para xylanasa, β -glucanasa y celulasa [3]. Mediante un análisis estadístico de factores únicos: Relación sólido-líquido (S/L), relación enzima-sustrato (E/S), tiempo de extracción (t) y temperatura (T), se evaluó su efecto sobre el TPC y SC [4]. La cuantificación de SC se realizó con cromatografía de líquidos alta resolución (HPLC) [5].

Resultados y Discusión. El complejo Viscozyme[®] L, fue viable para la extracción de polifenoles con harina de ciricote, que suelen encontrarse reticulados entre polisacáridos de pared celular (celulosa, hemicelulosa, pectinas y glucanos). Las actividades específicas para celulasa y β -glucanasa fueron mayores respecto a xylanasa: 20.78 ± 1.34 , 24.26 ± 2.83 , 4.63 ± 0.28 IU /g proteína respectivamente. En la figura 1 A) se aprecia que la relación S/L al 1%, arrojó mayor TPC, atribuido a un mayor gradiente de concentración entre el sólido y el líquido [4]. En la Figura 1 B) Se observó un máximo TPC, a una relación E/S de 9.9. Que coincidió con el SC, atribuido a la acción de Viscozyme[®] L, capaz de hidrolizar polisacáridos de pared celular a oligómeros (celobiosas, celooligómeros, xylooligómeros y monosacáridos) [4]. A relaciones E/S de 19.9, el valor de TPC y SC disminuyó, debido a la inhibición de la enzimas, por los metabolitos producidos o pérdida de eficiencia de la enzima. En la figura 1 C) se observó que, a 40 °C, se tuvo el mayor TPC. Resultados similares han sido reportado por otros autores [5]. Excepto a 50 °C donde hubo disminución de TPC, por actividad comprometida de la enzima. En la Figura 1 D), al cabo de 3 h se obtuvo el mayor valor de TPC, sin cambios significativos después de 6 h.

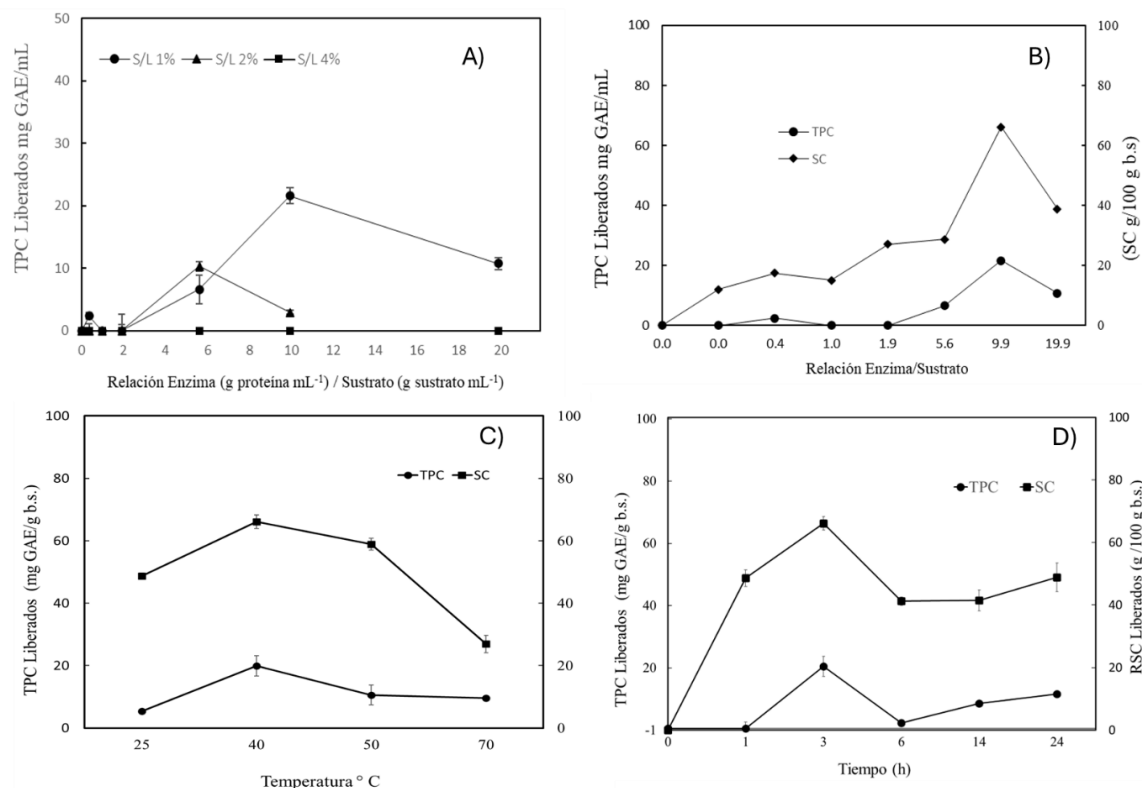


Figura 1. Efecto de condiciones en extracción enzimática de TPC y liberación de SC con harina de ciricote verde. **A)** S/L: 1, 2, 4 % (E/S: 0-19.89, pH 5, T: 40°C, t: 3 h); **B)** E/S: 0-19.89 (S/L 1%, pH 5, T: 40°C, t: 3 h); **C)** T: 25 – 70 °C (S/L 1%, E/S 9.9, pH 5, t: 3 h); **D)** t: 0-24 h (S/L 1%, E/S 9.9, pH 5, T: 40 °C).

Conclusiones. Las condiciones que permitieron una mayor liberación de compuesto fenólicos a partir de harina de ciricote, empleando Viscozym L[®], fueron T: 40 °C, t: 3 h, relación E/S: 9.9, relación S/L 1%, a pH 5. Bajo estos parámetros, se facilita la hidrólisis de los polisacáridos de la pared celular.

Agradecimientos. A la beca CONACYT 703763 otorgada a Karina Jiménez-Morales, CIATEJ y UPY.

Referencias.

- [1] Jiménez-Morales K, Herrera-Pool ., Cuevas-Bernardino J.C. Ayora-Talavera T, García-Cruz U, Pech-Cohuo S, Pacheco N (2024) “Bioactive compounds preservation in functional flour production from Cordia dodecandra A. DC fruit: Impact of drying method and pretreatment”. *Remiq.* vol. 23 (2): 1–14.
- [2] Wu H, Zhu J, Diao W, Wang C (2014) “Ultrasound-assisted enzymatic extraction and antioxidant activity of polysaccharides from pumpkin (*Cucurbita moschata*)”, *Carbohydrate Polymers.* vol. 113: 314–324,
- [3] König J, Grasser R, Pikor H, Vogel K (2002), “Determination of xylanase, β -glucanase, and cellulase activity”, *Analytical and Bioanalytical Chemistry.* vol. 374 (1): 80–87, 2002
- [4] Fernández K, Vega M, y Aspé E (2015) “An enzymatic extraction of proanthocyanidins from País grape seeds and skins”, *Food Chemistry*, vol. 168: 7–13, 2015
- [5] Gama R, Van Dyk J.S, y Pletschke B.I (2015) “Optimisation of enzymatic hydrolysis of apple pomace for production of biofuel and biorefinery chemicals using commercial enzymes”, *3 Biotech*, vol. 5 (6), pp. 1075–1087



Automedicación universitaria en el programa de biología, un reto para la salud

Damas Cicler Mareli Maybelin¹, López Alcántara Ruth², Esparza Ruiz Adriana³, Garza Ortiz Ariadna¹

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, ²Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ing Humberto Lanz Cárdenas s/n, Col. Ex Hacienda Kalá, San Francisco de Campeche, Campeche, México, 24085. ³Facultad de Ingeniería Química, UADY, Mérida, Yucatán, México (al065692@uacam.mx, arigarza@uacam.mx)

Área de incidencia: Alimentación y salud

Modalidad solicitada: Cartel presencial

Introducción. El uso de medicamentos sin la guía de un profesional de la salud se ha vuelto cada vez más habitual. La automedicación, aunque puede brindar ciertos beneficios como el acceso inmediato a tratamientos para dolencias menores y descargar la presión sobre los sistemas de salud, conlleva riesgos significativos para la salud pública.[1] La OMS declaró que esta práctica es una de las principales causas de reacciones adversas a los medicamentos, las cuales pueden provocar un porcentaje considerable de ingresos hospitalarios que se estima hasta en un 68%.[2-3] Estas reacciones pueden ser el resultado de una incorrecta administración de fármacos, la mezcla de medicamentos que no son compatibles o la falta de diagnósticos apropiados en el momento adecuado. Por ello, es crucial promover una cultura que priorice el uso responsable de los medicamentos, asegurando que se cuente con la información necesaria y la supervisión profesional para reducir sus riesgos y potenciales consecuencias. Algunos de los factores que influyen y llevan a la práctica de la automedicación pueden ser sociales, económicos, culturales e incluso ambientales. Por tanto, este trabajo busca identificar y evidenciar la magnitud y las características de este fenómeno desde un perfil farmacoepidemiológico de estudiantes de pregrado de Biología de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas (FCQB) de la UACAM, analizando la frecuencia de empleo, prácticas de automedicación, posibles interacciones y/o efectos secundarios que afecten la salud.

Metodología. Se realizó un estudio descriptivo observacional y transversal con la totalidad de estudiantes activos del programa educativo de biología (Biol) de la FCQB de la Universidad Autónoma de Campeche. Se diseñó una encuesta de 41 reactivos, con 21 de ellos seleccionados para conocer la prevalencia, el tipo, frecuencia, motivos de uso y fuentes de recomendación de las prácticas de la automedicación y el conocimiento por la población de interacciones fármaco-fármaco o fármaco-alimento, así como la percepción de riesgo de la automedicación en los estudiantes.

Resultados y Discusión. Se encuestaron 74 estudiantes (48.6% mujeres/47.3% hombres). 82.4% de clase media. 73% no indígena. 95% con acceso a servicios de salud. El 79.7% declaró consumir medicamentos sin prescripción médica; el 45.9% afirma que raramente practica la automedicación. Los encuestados mencionaron que los fármacos con los que más practican la automedicación son los analgésicos y antiinflamatorios, mientras que el tipo de fármaco menos automedicado son los diuréticos. El 54.1% declara practicar la automedicación porque se trata de padecimientos menores para los que no es



necesaria la consulta médica, y el 79.7% considera la automedicación como una práctica riesgosa para la salud, pero a pesar de eso necesaria. Este último dato concuerda con los reportes de que el 80% de la población mexicana usa medicamentos por iniciativa propia. Los motivos asociados al alto porcentaje de práctica de la automedicación incluyen el acceso a los servicios de salud, los largos tiempos de espera en la atención médica y los conocimientos propios y la facilidad de acceso a los fármacos sin prescripción y el aspecto económico.

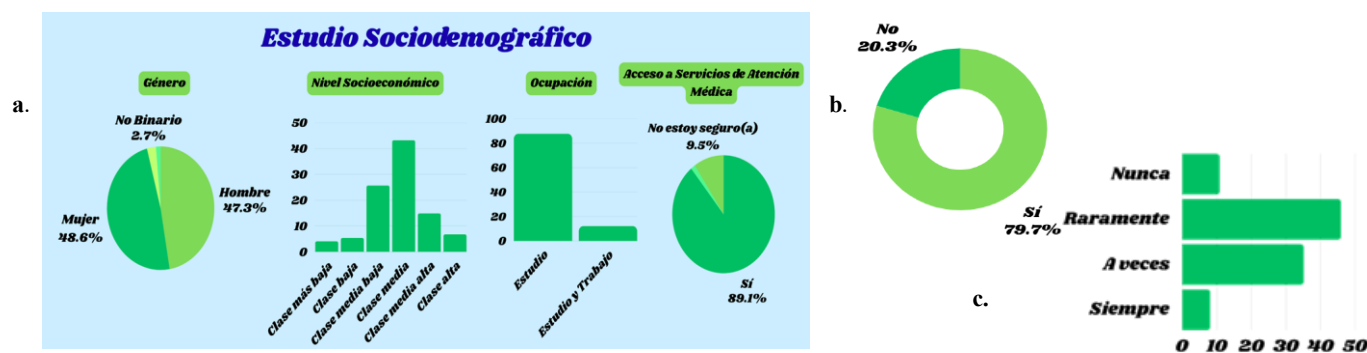


Fig 1. a. Estudio sociodemográfico de los estudiantes del programa de Biología, b. Porcentajes de población que ha consumido medicamentos sin prescripción médica, c. Frecuencia de uso de la automedicación.

Conclusiones. Comprender las razones por las cuales los estudiantes del área de la salud recurren a la automedicación y conocer los fármacos que emplean constituye un paso esencial para establecer patrones de uso que minimicen los riesgos asociados. La automedicación es una práctica frecuente entre los estudiantes de Biología de la FCQB-UACAM, comparable al comportamiento calculado para la población mexicana. Por ello es necesario establecer estrategias del uso racional de medicamentos con el propósito de reducir los riesgos asociados. Asimismo, se debe fomentar la automedicación como un componente del autocuidado e informar sobre los fármacos y las complicaciones que pueden originarse del uso irracional, promoviendo un ejercicio responsable.

Agradecimientos. Se agradece a autoridades y estudiantes de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas por su colaboración y participación en este trabajo de investigación.

Referencias.

1. Durango L, Moré L (2022) Determinantes sociales que influyen en el comportamiento de la automedicación en los jóvenes:revisión integrativa. *Tesis*. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.
2. Zevallos Escobar L. E., Borja Villanueva C. A., Vásquez Corales E., Palacios Palacios M. I., & Vilchez Reyes M. A. (2022). Factores relacionados con la automedicación en estudiantes de ciencias de la salud. *Rev Univer Soc*, **14**(3), 460-468.
3. González L, Olave C, McArdle N, Montiel A, Ortega G, Paredes V (2024) Automedicación y sus determinantes en estudiantes de profesiones sanitarias de la Universidad de Magallanes, Chile. *Rev Cubana Salud Pública*. **50**:15876.

Medición de conductividad térmica de un compuesto base poliestireno y carbonato de calcio recuperado.

Gisell Guadalupe García Martínez^a, Eliel García Rivera^a, Ana Roselyn Pérez Méndez^a, Rogelio Arroyo Cruz^a, David Reyes González^a

^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km 1.8 Carretera a Loma de Cojolite, Misantla 93821, México.

(242t0503@itsm.edu.mx / arperez@itsm.edu.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Los materiales innovadores tienen un papel importante en la búsqueda de soluciones más sostenibles y eficientes para la construcción y diseño de sistemas constructivos que contribuyan a la eficiencia energética y la sostenibilidad. Un ejemplo de este tipo de materiales son las ecobaldosas térmicas producidas a partir de materiales reciclados como el carbonato de calcio (CaCO_3) obtenido del cascarón de huevo y el poliestireno expandido residual de la industria del embalaje [1]. Uno de los aspectos clave para evaluar el rendimiento de estos materiales es su conductividad térmica, ya que determina su capacidad para conducir el calor, y entre menor sea el valor de este material, mejora su potencial en aplicaciones de confort térmico en los espacios interiores. Este trabajo presenta un desarrollo experimental basado en el método de las mezclas para medir la capacidad calorífica del compuesto, que lleve a la determinación de su conductividad térmica. Estos datos permitirán evaluar su desempeño térmico y su potencial uso en aplicaciones de construcción sostenible.

Metodología. En este trabajo, se emplea el método de las mezclas [2] para determinar el calor específico de materiales individuales como yeso, cemento, poliestireno expandido y cascarón de huevo pulverizado, esto permite validar la viabilidad del método. Posteriormente, se realizan mediciones por pruebas experimentales con el compuesto y así determinar su calor específico; posteriormente se determina el calor asociado a un proceso de transferencia energética a través de una placa de compuesto y, finalmente, su conductividad térmica, mediante la definición de la ecuación de transferencia de calor de Fourier [3].

Resultados y Discusión. Posterior a la aplicación del desarrollo experimental, el cuadro 1 muestra el valor del calor específico del cemento y el yeso, que concuerda con valores reportados en literatura, con ello se puede validar que el valor obtenido del calor específico mediante este experimento es adecuado para el posterior cálculo de la conductividad térmica del compuesto base poliestireno y CaCO_3 recuperado, presentados en el cuadro 2.

Cuadro 1. Comparación de valores de calor específico de cemento y yeso, experimental y reportado.

Material	Calor específico medido $\text{Cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$	Calor específico reportado $\text{Cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$
Cemento	0.266	0.2 – 0.3
Yeso	0.253	0.1 – 0.25



Cuadro 2. Calor específico y conductividad térmica del compuesto bade poliestireno y CaCO_3 recuperado.

Material	Calor específico medido [$\text{Cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$]	Conductividad térmica [$\text{W}/(\text{m K})$]
Composito	0.21	0.187

El valor de la conductividad térmica es consistente con las expectativas para aplicaciones en las que se requiere un control eficiente de conducción de calor, en procesos donde es requerido el aislamiento térmico, siendo extensivo para aplicaciones de confort térmico.

Conclusiones. Se puede verificar que la metodología utilizada en esta investigación, orientada a la determinación de las propiedades térmicas de materiales compuestos, es favorable si se lleva a cabo adecuadamente y siguiendo los pasos establecidos en cada uno de los procesos. El valor obtenido para la conductividad térmica de $0.187 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ confirma que el material posee un comportamiento térmico moderado, lo que lo hace adecuado para su uso en la construcción, especialmente en aplicaciones donde el aislamiento térmico es esencial. El valor obtenido contribuye a una comprensión más precisa de las propiedades térmicas de materiales compuestos para aplicaciones en aislamiento térmico en procesos así como confort térmico en construcciones, reafirmando su potencial como una alternativa viable, desde un enfoque sustentable y sostenible en el ámbito de los materiales de construcción.

Agradecimientos. Se agradece a la SECIHTI por asignar la beca para estudiar un doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM) cuyo apoyo facilitó la investigación relacionada con este trabajo.

Referencias.

1. García Martínez, G. G. (2024), Aplicación de DFSS al proceso de ecobaldosa térmica. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Superior de Misantla.
2. Atarés, L. (2011), Determinación del calor específico de una sustancia. ETSIAMN, Universidad Politécnica de Valencia.
3. Lira, M, Méndez, E., (2007), Medición de la conductividad térmica de materiales aislantes en CENAM. Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica.

Caracterización electroquímica de supercapacitores ensamblados con electrodos a base de cemento y carbón

¹Reyes Gutiérrez Maximiliano, Pérez Zamora Ángel Mauricio, ²Reveles Miranda María Guadalupe, García Hernández Paola Navid, ¹Cruz Morales Víctor, ²Pacheco Catalán Daniella Esperanza

¹Facultad de ingeniería y ciencias exactas, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr. Mérida - Progreso, CP 97302 Mérida, Yuc. ²Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yuc;
(maximiliano_reyes@anahuac.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. La naturaleza intermitente de las fuentes renovables para la generación de energía exige el desarrollo de sistemas de almacenamiento que se integren de manera eficiente, escalable y sostenible en las infraestructuras urbanas a largo plazo. El propósito de este estudio es examinar cómo la incorporación de materiales conductores puede convertir un elemento de construcción inerte, como el cemento, en un dispositivo de almacenamiento de energía.¹

Metodología. Se sintetizaron electrodos de materiales compuestos basados en cemento y carbón mediante un proceso controlado de prensado y curado. Se ensamblaron tres celdas de prueba en laboratorio y se realizaron pruebas de caracterización electroquímica para analizar el comportamiento capacitivo, la medición de resistencias internas y determinación de capacitancia de cada uno de ellas.

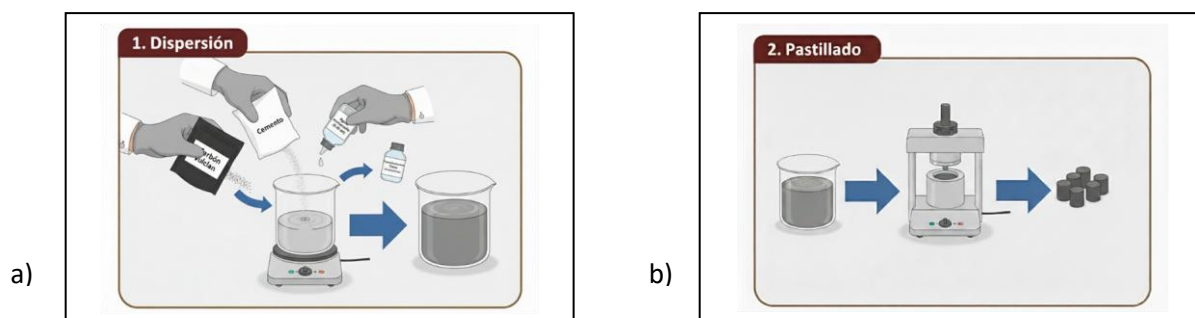


Fig. 1. Ilustraciones que describen parte de la metodología aplicada para la fabricación de las pastillas.



Resultados. Los resultados de los ciclos galvanostáticos confirmaron la presencia de comportamiento capacitivo en todas las celdas de prueba, donde se observa que la cantidad de carbón presente en cada electrodo está directamente relacionada con un mejor desempeño capacitivo de cada celda.¹

Por otro lado, en los resultados de las voltamperometrías cíclicas se observa el perfil característico del comportamiento capacitivo, donde la respuesta electroquímica está relacionada con el contenido de componentes activos.² Los valores de capacitancia específica de cada celda se obtuvieron a partir del análisis de los ciclos galvanostáticos obtenidos.

Conclusión. Se analiza el potencial de almacenamiento de supercapacitores fabricados con electrodos basados en materiales compuestos de cemento y carbón, con el objetivo de estudiar su comportamiento electroquímico y ofrecer una alternativa a los dispositivos de almacenamiento. Se estudian materiales de como el cemento buscando proveer una tecnología con potencial de permitir que edificios o estructuras de concreto tengan un beneficio adicional al poder ser utilizadas como dispositivos de almacenamiento de energía. La investigación presenta la metodología de fabricación de materiales para electrodos basados en un cemento, el cual es un material de construcción multifuncional y económico, con el objetivo futuro de integrar almacenamiento de energía in infraestructuras de concreto, como los edificios. La combinación de carbón y cemento produce materiales con comportamiento capacitivo, validando la hipótesis de integración de características de supercapacitor en infraestructura de concreto.² Los resultados muestran que el incremento de la proporción de carbón se relaciona directamente con un mejor desempeño electroquímico. Estas pruebas iniciales estudian una nueva línea de investigación en el area de dispositivos electroquímicos de almacenamiento de energía y su potencial aplicación en el desarrollo de infraestructuras con capacidad de almacenamiento energético integrado, representando un avance significativo hacia sistemas energéticos más sostenibles.

Referencias

1. Yan D., Mao J., Gao R., Wang W., Wang S., Ruan S., Qian H., Mu F., Chen S., Liu Y. (2024) Improving the electrochemical performance of cement-based supercapacitors through microstructure optimization. *Journal of Energy Storage*. 96: 112717.
2. Chanut N., Stefaniuk D., Weaver J.C., Zhu Y., Shao-Horn Y., Masic A., Ulm F.J. (2023) Carbon–cement supercapacitors as a scalable bulk energy storage solution. *PNAS*. 120 (32): e2304318120.

Tallo de papaya (*Carica papaya* L.): biomasa potencial para la producción de bioetanol de segunda generación

Maldonado Díaz José Roberto, Tapia Tussell Raul, Olguin Maciel Edgar

Unidad de Energía Renovable (UER), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Km 5. Sierra Papacal, Mérida, Yucatán, 97302.
(roberto.maldonado@cicy.mx, edgar.olguin@cicy.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La energía consumida a nivel mundial es suministrada en un 80% por carbón, petróleo y gas natural, suscitando problemas ambientales a nivel global [1], el uso de bioetanol en mezcla con gasolina es una de las medidas de mitigación sugeridas por el IPCC. En México cumplir este objetivo demanda grandes volúmenes de etanol (6.2 Mls diarios) para mezclar con gasolina, debido a la limitada producción de etanol y restricción de usar maíz, esta investigación propone el uso del tallo de papaya como una materia prima; este residuo generalmente se desecha al final del ciclo productivo creando focos de infección dentro del propio cultivo. Objetivo: Analizar el tallo del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) al finalizar su ciclo productivo, a través de su caracterización fisicoquímica y evaluar un pretratamiento enzimático para conocer el potencial de esta biomasa para la producción de bioetanol, en un marco de biorrefinería.

Metodología. Se recolectó el tallo de papaya de una plantación comercial al final del ciclo productivo. Se determinó la composición físico-química del tallo de papaya siguiendo las metodologías NREL [2] empleando hidrólisis ácida en dos etapas con H_2SO_4 al 72% (v/v). Posteriormente se cuantificaron los azúcares por cromatografía (HPLC). El tallo de papaya fue pretratado con la enzima lacasa (SAE0050 Sigma-Aldrich®) empleando 75 U/g de sustrato seco, en un medio de buffer de acetatos 1 M (pH 4.5), con los parámetros: 50 °C y 200 rpm durante 48 horas. Posteriormente, se realizó la sacarificación con enzima Accellerase 1500 (Dupont®). El pH de todas las muestras se ajustó a 4.5, dosificando 75 μ L de enzima por matraz. La incubación se llevó a cabo por 24 horas a 58 °C y 200 rpm, se realizaron muestreos a las 0 y 24 h determinando la concentración de azúcares reductores (ARD) mediante la técnica de DNS de Miller [3].

Resultados y Discusión. El La relación C/N reportada en este trabajo es similar a lo reportado por Imamoglu & Sukan [4] quienes con una relación C/N de 35.2 obtuvieron la concentración máxima de alcohol. En la Fig. 2 se observan los resultados del análisis mediante HPLC luego del proceso de sacarificación. La muestra pretratada con enzima lacasa alcanzó una concentración de holocelulosa con valor de 162 g/L. Este valor representa una recuperación del 84% del total de holocelulosa (192.85 g/L) presente en el tallo de papaya.

Cuadro 2 muestra la composición del tallo de papaya como materia prima alternativa para la producción de etanol. La relación C/N reportada en este trabajo es similar a lo reportado por Imamoglu & Sukan [4] quienes con una relación C/N de 35.2 obtuvieron la concentración máxima de alcohol. En la Fig. 2 se

observan los resultados del análisis mediante HPLC luego del proceso de sacarificación. La muestra pretratada con enzima lacasa alcanzó una concentración de holocelulosa con valor de 162 g/L. Este valor representa una recuperación del 84% del total de holocelulosa (192.85 g/L) presente en el tallo de papaya.

Cuadro 2. Análisis composicional del tallo de papaya en base seca.

Característica	Contenido (%)	Característica	Contenido (%)
Humedad	87.5 ± 0.4	Glucosa	15
Cenizas	12 ± 0.3	Hemicelulosa	4.17
Relación C/N	36.42	Lignina	23.01 ± 0.2

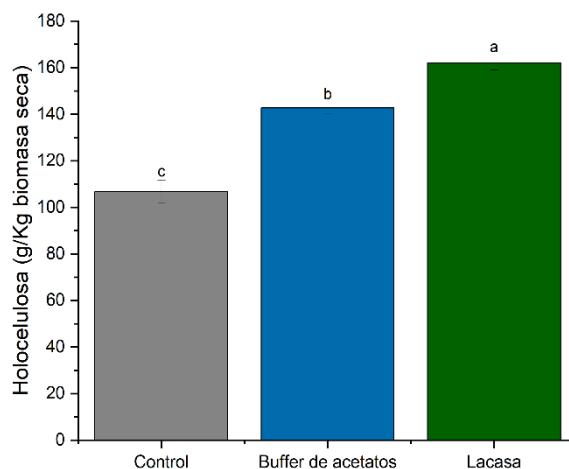


Fig. 2. Holocelulosa obtenida después de la sacarificación enzimática (columna verde) comparado con el buffer de acetatos y un control sin pretratamiento (n=3).

Conclusiones. En la caracterización de la biomasa de tallo de papaya se cuantificó un 19% de carbohidratos fermentables (glucosa y xilosa) y una relación C/N adecuada para el proceso de producción de etanol. El pretratamiento utilizado fue eficaz, al recuperar hasta un 84% del total de azúcares presentes en la biomasa, estos resultados indican que el uso de esta biomasa tiene el potencial en la generación de bioetanol, así como de mejorar el manejo de sus residuos postcosecha.

Agradecimientos. Agradezco a la SECIHTY por la beca otorgada (#2023540), a la Unidad de Energía Renovable por brindarme espacio en sus instalaciones, a la Q.I. Tanit Toledano Thompson por la asistencia técnica en la caracterización en HPLC y a la Dra. Elda España Gamboa por la asistencia técnica en el análisis elemental.

Referencias.

1. IEA (2023) Executive Summary. En: World Energy Outlook 2023. Cozzi. IEA, Francia, 18.



2. Sluiter (2008) Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass. *Anal Chem.* **31** (3): 426-428.
3. G. Miller (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **59** (3): 426-428.
4. Imamoglu, Sukan (2014) The effects of single and combined cellulosic agrowaste substrates on bioethanol production. *Fuel.* **134**:477-484.

Evaluación de la actividad lipolítica de un consorcio proveniente del suelo de una granja avícola de Yucatán

Arjona Neri César Eduardo, Rivera Solís Rodrigo Arturo, Sánchez González Mónica Noel

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, C.P. 97203

(a20215689@alumnos.uady.mx, rodrigo.rivera@correo.uady.mx, monica.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Las lipasas son enzimas hidrolíticas que catalizan la ruptura del enlace éster presente en triacilglicerol, generando ácidos grasos libres y glicerol. Están presentes en microorganismos, plantas y animales. Se caracterizan por ser extracelulares y por presentar una mayor actividad en interfases lípido-agua, fenómeno conocido como activación interfacial [1]. Las lipasas bacterianas destacan por su capacidad para catalizar diversas reacciones, como esterificación, interesterificación, acidólisis, alcoholólisis y aminólisis. Esta versatilidad, junto con su alta especificidad, estabilidad y eficiencia catalítica, las convierte en herramientas valiosas para la síntesis de compuestos quirales utilizados en las industrias farmacéutica, cosmética, agroquímica y alimentaria [2]. El suelo de las granjas avícolas, enriquecido con pollinaza, favorece la proliferación de bacterias productoras de enzimas hidrolíticas, incluidas lipasas, como parte de su papel en la descomposición de residuos, lo que lo convierte en una fuente prometedora de lipasas bacterianas con posibles aplicaciones industriales [3]. El objetivo de este proyecto es evaluar la actividad lipolítica de un consorcio proveniente de suelo de una granja avícola de Yucatán.

Metodología. Se utilizó un consorcio previamente obtenido del suelo de una granja avícola en Yucatán, conformado por cocos Gram(+) y bacilos Gram(-). El consorcio se cultivó en matraces Erlenmeyer con 40 mL de medio mínimo adicionado con 5% (v/v) aceite de coco y 2% (v/v) Tween 20, ajustado a diferentes valores de pH (7, 8 y 9). Los cultivos fueron incubados a 37 °C y 200 rpm. Se tomaron alícuotas de 0.5 mL en los tiempos 0, 2, 4, 6, 8, 10 y 24 h. Las muestras se centrifugaron a 11,000 ×g durante 5 minutos a 4 °C. Se recuperó el sobrenadante y se conservó refrigerado a 4 °C para posteriores análisis de actividad enzimática. El crecimiento celular fue determinado midiendo la concentración de proteínas celulares. Para lo anterior, el pellet celular fue resuspendido en 0.5 mL de agua destilada y se determinó la concentración de proteínas utilizando el método de Peterson. La velocidad máxima específica de crecimiento ($\mu_{\max}$) mediante el modelo de Gompertz.

La actividad lipolítica se cuantificó mediante un método espectrofotométrico utilizando *p*-nitrofenil palmitato (p-NPP, 1.5 mM) como sustrato, a pH 7.2. La reacción se inició añadiendo 0.2 mL del sobrenadante del cultivo a 0.3 mL de la solución de sustrato. Tras 15 minutos de incubación a 37 °C, la reacción se detuvo con 0.5 mL de tampón Tris-HCl 50 mM (pH 9). La absorbancia se midió a 410 nm frente a un blanco sin muestra enzimática. Una unidad de actividad lipolítica (U) se definió como la cantidad de enzima capaz de liberar 1 μ mol de *p*-nitrofenol por minuto.

Resultados y Discusión. El crecimiento bacteriano en el medio mínimo con aceite fue evidenciado por la presencia de turbidez y coloración verde en el medio de cultivo respecto al control sin inoculación. A partir de las 4 h de crecimiento, se observó la presencia de un polímero flotante en el medio de cultivo, el cual desapareció al alcanzar las 24 h de crecimiento. Por su naturaleza hidrofóbica, el aceite de coco se mantuvo en la superficie del medio, lo que sugiere que el polímero pudo haber facilitado la interacción de las bacterias con la interfase lípido-agua y actuado como estructura de soporte, reserva de nutrientes o ambas. La cinética de crecimiento (Figura 1A) mostró que el pH 8 fue el más favorable para el crecimiento del consorcio, con una $\mu_{\max}$ de 0.9040 h^{-1} , superior a la obtenida en pH 7 (0.6490 h^{-1}) y pH 9 (0.7525 h^{-1}). En cuanto a la actividad enzimática (Figura 1B), se alcanzaron las velocidades volumétricas máximas de 2.101, 4.374 y 4.291 U/mL para pH 7, 8 y 9, respectivamente, a las 24 horas de incubación. Estos resultados indican que, aunque la actividad fue alta en pH 8 y 9, el pH 8 además favoreció la síntesis de lipasas.

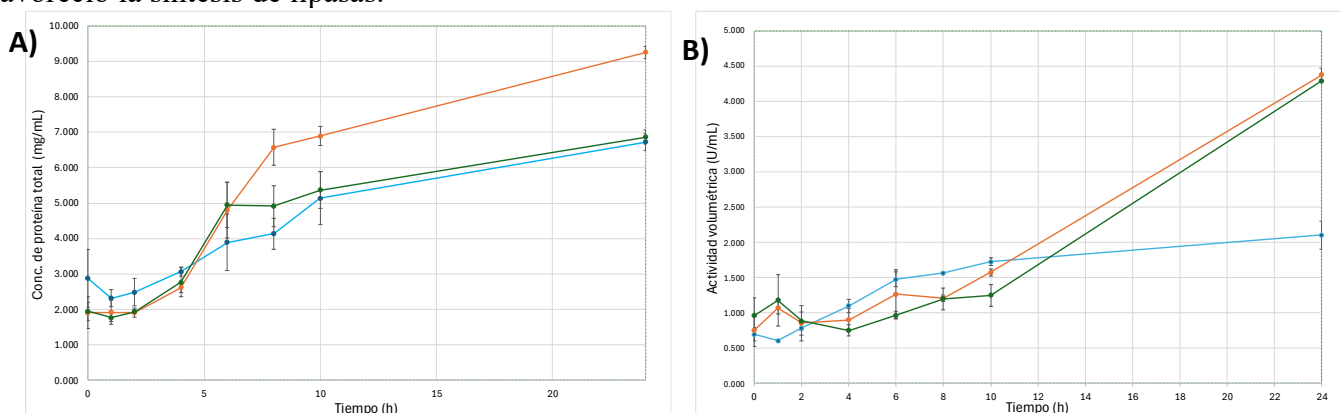


Fig. 1. Cinética de crecimiento (A) y actividad lipolítica volumétrica (B) del consorcio microbiano a pH 7 (azul), pH 8 (naranja) y pH 9 (verde) durante 24 h.

Conclusiones. El consorcio microbiano proveniente del suelo de una granja avícola en Yucatán presentó actividad lipolítica significativa, especialmente a pH 8, donde se observó el mayor crecimiento celular y la mayor producción de enzimas. Destacando su potencial aplicación en la degradación de lípidos.

Agradecimientos. Gracias a la M. en C. Alejandra Cabañas y al Ing. Luis Jiménez por su apoyo en el laboratorio.

Referencias.

1. Sandoval, G. (2012). En: Lipases and Phospholipases (G. Sandoval, Ed.; Vol. 861). Humana Press.
2. Jaeger, K.-E., Schneidinger, B., Rosenau, F., Werner, M., Lang, D., Dijkstra, B. W., Schimossek, K., Zonta, A., & Reetz, M. T. (1997). Bacterial lipases for biotechnological applications. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 3(1–4), 3–12.
3. Battisti, R., Junkerfuerbom, A., Machado, K. N., Mesa, D., dos Santos, M. F., & Vendruscolo, E. C. G. (2024). Determination of biotechnological potential of poultry litter isolated bacteria. *Bioscience Journal*, 40. <https://doi.org/10.14393/BJ-v40n0a2024-69345>.

Entre cultura y tradiciones: la vivienda como patrimonio vernáculo en la Península de Yucatán

Peraza Góngora Jhonny Martin^a, Ríos Soberanis Rolando^b, Ávila Ortega Alejandro^a, Carrera Figueiras Cristian^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km 33.5
Tablaje Catastral 13615, Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203.

^bCentro de Investigación Científica de Yucatán, C. 43 No. 130-x 32 y 34 Col, Chuburná de Hidalgo, Pinzón II,
97205 Mérida, Yucatán.
(jho_mar_1@hotmail.com)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La arquitectura vernácula constituye un reflejo tangible de la cultura, los valores y la historia de una sociedad, transmitiendo saberes constructivos adaptados a su contexto ambiental y social. En la Península de Yucatán, las viviendas tradicionales —particularmente aquellas elaboradas con adobe— representan un patrimonio cultural cuyo conocimiento técnico es fundamental para su preservación y adaptación a las necesidades actuales. Estas construcciones responden a factores como el clima, la disponibilidad de materiales y las creencias locales, incorporando soluciones pasivas de ventilación, aislamiento y control térmico que demuestran una ingeniería empírica avanzada [1–3].

El estudio de sus materiales y técnicas no solo permite documentar prácticas ancestrales, sino también evaluar su viabilidad como alternativas sostenibles frente a sistemas constructivos convencionales. En este contexto, la adición de fibras vegetales a matrices de tierra ha sido reconocida por su capacidad para mejorar la cohesión interna, reducir la propagación de fisuras y aumentar la ductilidad del material bajo cargas [4]. Sin embargo, el desempeño mecánico de estas formulaciones tradicionales requiere ser evaluado mediante protocolos estandarizados para establecer parámetros confiables que favorezcan su aplicación en la restauración del patrimonio y en edificaciones contemporáneas de bajo impacto ambiental.

Metodología. Con el objetivo de evaluar el desempeño de las técnicas constructivas tradicionales y compararlas con protocolos estandarizados modernos, se fabricaron ladrillos de barro experimentales en moldes de diferentes dimensiones para ensayos de compresión ($5 \times 5 \times 5$ cm). Se utilizó una mezcla básica de tierra local sin adición de arena, incorporando hierba picada en una proporción del 30% v/v. Como control, se elaboró un conjunto de muestras sin hierba.

Resultados y Discusión. La aplicación gradual de carga de compresión sobre los adobes experimentales provocó deformaciones inelásticas longitudinales y transversales, derivadas de la formación de microfisuras que evolucionaron en grietas de mayor tamaño, localizadas principalmente en los laterales, lo que condujo al colapso de las piezas.

Las muestras sin fibras (control “E”) fallaron sin presentar señales externas significativas de fractura, mostrando una ruptura más uniforme. La aparición de grietas externas solo se produjo cuando la carga superó los primeros indicios de daño.

Los valores de resistencia a la compresión no mostraron diferencias significativas entre las formulaciones, aunque el módulo de Young fue mayor en las muestras con fibras, indicando una mayor resistencia a la deformación elástica.

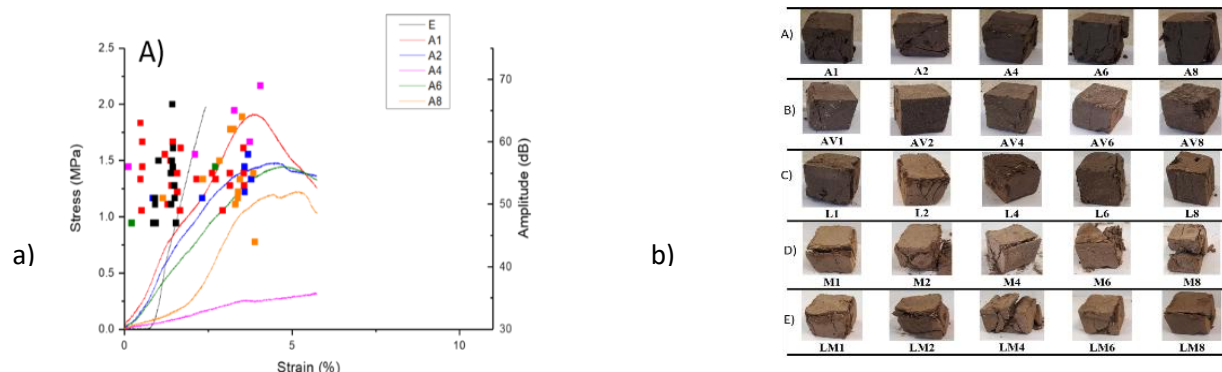


Fig .1. a) Diagramas esfuerzo-deformación-amplitud obtenidos de la aplicación de ensayos de compresión acoplados a emisión acústica, b) Tipos de fallas en las diferentes formulaciones de adobe

Conclusiones. Se elaboraron ladrillos de barro experimentales basados en evidencias arqueológicas sobre técnicas empíricas de manufactura, incorporando fibras naturales en diferentes proporciones. Todas las formulaciones con fibras mostraron propiedades mecánicas superiores en comparación con la muestra control, evidenciando que la adición de fibras mejora el desempeño bajo esfuerzos de compresión

Agradecimientos. Al SECIHTY, por el otorgamiento de una beca en el marco del programa Estancias Posdoctorales por México.

Referencias.

1. LEY-PAREDES, Victor José; CERVANTES-UC, José Manuel; PEREZ-PACHECO, Emilio; RÍOS-SOBERANIS, Carlos Rolando; WAKAYAMA, Shushi. 2018. Physicochemical and mechanical study of Mayan archeological stony constructive materials. *Journal of Applied Research and Technology*, 16:287-298.
2. MORGAN, Kasey Diserens; LEVENTHAL, Richard M. 2020. Maya of the Past, Present, and Future: Heritage, Anthropological Archaeology, and the Study of the Caste War of Yucatan, *Heritage*, 3:511–527.
3. PASHA, Yasira Naeem; ADNAN, Shahla. 2019. Architectural education as interface between culture and built environment. *Journal of Art, Architecture and Built Environment*, 2(2):35–52.
4. SÁNCHEZ-SUÁREZ, Aurelio. 2006. La casa maya contemporánea. Usos, costumbres y configuración espacial. *Península*, 1(2):81-105.

Fibras de $\text{TiO}_2\text{-WO}_3$ producidas por electrohilado: degradación de contaminantes mixtos y evaluación de impacto ambiental

Badillo Morales Adrian Gustavo^a, Cerna Cortez Jorge Raúl^a, Morales Lara Laura^a, Cordova Pérez Gerardo Enrique^a, Castillejos Mosqueda Sandra Leticia^a, Esquina Arenas Gabriela^a, Linares Campos Aurora^a, Rosas Licona Paloma Montserrat^a, Licona Ibarra María Luisa Roxana^a.

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Prol. 24 Sur, Cd Universitaria, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, 72570.

(Ponente: adrianbadillo060@gmail.com. Autor por correspondencia adrianbadillo060@gmail.com)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. La contaminación del agua es un problema de interés global debido al uso excesivo de colorantes textiles, herbicidas agrícolas y la eliminación inadecuada de fármacos provenientes de hospitales e industrias farmacéuticas [1]. Estos compuestos generan graves efectos ecotoxicológicos en especies acuáticas y riesgos cancerígenos y mutagénicos en humanos [2]. Este trabajo propone la degradación fotocatalítica de una mezcla de azul de metileno, 2,4-D éster isobutílico y acetaminofén, empleando fibras de óxido de titanio dopadas con óxido de tungsteno ($\text{TiO}_2\text{-WO}_3$) obtenidas por electrohilado, evaluando además su impacto ecotoxicológico en *Daphnia magna*, como alternativa innovadora, económica y ambientalmente compatible.

Metodología. La metodología consiste en preparar soluciones de TiO_2 puro y TiO_2 con diferentes concentraciones de WO_3 en (%p/p), polivinilpirrolidona (PVP), n-butanol y ácido acético glacial; los parámetros de electrohilado fueron con 10 kV de voltaje y un flujo de 1.0 mL/h. Posteriormente se realizó un tratamiento térmico a 500 °C, una vez obtenidas las fibras se realizó la degradación fotocatalítica de la mezcla de contaminantes (azul de metileno 10 ppm-2,4-D éster isobutílico 10 ppm y acetaminofén 20 ppm) obtenidas a partir del diseño de experimentos (DoE) relacionados con las formulaciones de mezclas de contaminantes seleccionados. Seguido de la evaluación ecotoxicológica CL_{50} y CE_{50} de los crudos de degradación en *Daphnia magna*, así como su compatibilidad con el medio ambiente.

Resultados y Discusión. Los resultados mostraron fibras uniformes con un diámetro entre 200 a 430 nm obtenidas mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), el aumento del diámetro es ocasionado al incremento progresivo de la concentración de WO_3 debido a que los átomos de tungsteno realizan sustituciones isomórficas con el volumen de radio del TiO_2 provocando una expansión en las redes cristalinas. Los resultados de difracción de rayos X (DRX) muestran la fase cristalina anatasa como fase cristalina principal con tamaño de cristalino entre 12 a 15 nm. Los materiales se evaluaron en la degradación fotocatalítica de la mezcla de los contaminantes en la región de luz ultravioleta (UV), con mejores resultados para el TiO_2 y $\text{TiO}_2\text{-4\%(p/p) WO}_3$ con degradaciones mayores del 90% en menos de 3 horas provenientes de los factores de impacto de los contaminantes obtenidos por el diseño de experimentos fueron de 38.55%, 2,4-D éster isobutílico 36.03% y acetaminofén con 25.41%. Las pruebas

ecotoxicológicas demuestran que sobreviven a los tratamientos agudos de CL₅₀ y CE₅₀ con 100% de supervivencia.

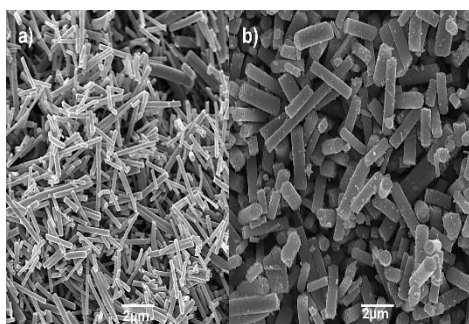


Fig.1. Micrografías obtenidas por SEM de las nanofibras a) TiO₂, b) TiO₂-4% WO₃

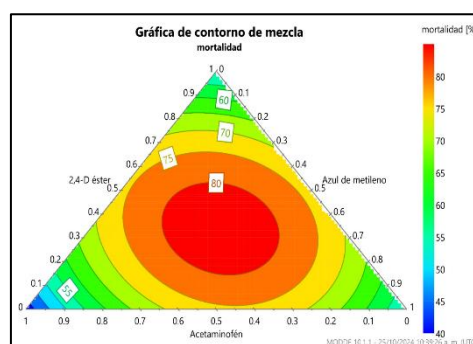


Fig.2. Diseño de experimento de formulaciones de mezclas de los 3 contaminantes emergentes.

Cuadro 1. Constantes cinéticas y % de degradación de la mezcla con nanofibras TiO₂-WO₃ a 500 °C

Sistema	-k (constante cinética)			% de degradación		
	Acetaminofén	Azul de metileno	2,4-D éster isobutílico	Acetaminofén	Azul de metileno	2,4-D éster isobutílico
Fotólisis	0.0157 min ⁻¹	0.019 min ⁻¹	9x10 ⁻⁴ min ⁻¹	40.67%	70.59%	19.10%
TiO ₂ 500°C	0.0828 min ⁻¹	0.154 min ⁻¹	0.029 min ⁻¹	97.76%	95.70%	84.11%
Ti-W4 500°C	0.0432 min ⁻¹	0.132 min ⁻¹	0.031 min ⁻¹	99.77%	96.24%	95.76%
Ti-W7 500°C	0.0044 min ⁻¹	0.067 min ⁻¹	0.012 min ⁻¹	67.45%	83.33%	45.60%
Ti-W10 500°C	0.0013 min ⁻¹	0.191 min ⁻¹	0.027 min ⁻¹	49.35%	76.90%	44.96%

Conclusiones. Las fibras obtenidas mediante la técnica de electrohilado son idóneas para degradar de manera eficiente la mezcla de contaminantes en poco tiempo, además de su biocompatibilidad con *Daphnia magna* debido a su inocuidad, con respecto a los crudos de degradación fue efectivo debido a que *Daphnia magna* sobrevivió a un tratamiento agudo de los crudos de fotodegradación de la mezcla de contaminantes generando así una buena compatibilidad con el medio ambiente.

Agradecimientos. Se agradece a la beca otorgada por SECIHTI con numero de registro 1288781, la cual permitió el desarrollo de la presente investigación, así como al Laboratorio de Innovación y Materiales Aplicados por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para la realización de esta investigación.

Referencias.

1. Ahmed, H., Salihi, K., Kaufhold, S., Aziz, B., Radha, M. H., Karim, L., & Nooralddin, H. (2023). Efficient Removal of Basic Fuchsin from Synthetic Medical Wastewater and Competitive Adsorption in the Mixture. *Adsorption Science & Technology*, 2023.
2. Halim, O. M. A., Mustapha, N. H., Mohd Fudzi, S. N., Azhar, R., Zanal, N. I. N., Nazua, N. F., Nordin, A. H., Mohd Azami, M. S., Mohd Ishak, M. A., Ismail, W. I. N. W., & Ahmad, Z. (2025). A review on modified ZnO for the effective degradation of methylene blue and rhodamine B. *Results in Surfaces and Interfaces*, 18, 100408.

Estimulación del enraizamiento de *Pinus greggii* var. *australis* con promotores agroquímicos y orgánicos

Pérez-Luna Alberto^a, López-Upton Javier^{a*}, Prieto-Ruiz José Ángel^b, Soto-Cervantes Jesús Alejandro^b, Salcido-Ruiz Silvia^b, Madrid-Aispuro Rosa Elvira^a

^aPosgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco km 36.5. Texcoco, México, C.P. 56230.

^bFacultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Río Papaloapan y bulevar Durango s/n, col. Valle del Sur. Durango, Durango, C.P. 34120.
(jlopezupton@gmail.com, autor por correspondencia)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. La multiplicación por esquejes permite obtener planta útil para los programas de reforestación de forma masiva [1]. Las especies forestales suelen reproducirse por estacas a edades juveniles mediante la inducción fitohormonal de forma agroquímica, donde destaca el uso de enraizantes a base de ácido indolbutírico (AIB) [2]. No obstante, los productos químicos suelen ser costosos. Explorar alternativas orgánicas puede reducir los costos operativos sin reducir la efectividad del enraizamiento. En ese sentido, el exudado obtenido del germinado de lenteja se ha probado con éxito en frutales [3]. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de Radix[®] 3000 (3000 ppm de AIB) y exudado de lenteja durante dos tiempos de inmersión (30 y 60 segundos) en el enraizamiento de esquejes de *Pinus greggii* Engelm. var. *australis*.

Metodología. El ensayo se desarrolló en el vivero de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Juárez del Estado de Durango (24°00'48,38'' N y 104°41'03,64'' O a 1860 m de elevación). Se obtuvieron brotes menores a un año de edad de plantas de *Pinus greggii* var. *australis* producidas por semilla, la que se recolectó de árboles superiores en la comunidad El Madroño, Querétaro. El exudado de lenteja se obtuvo con una solución acuosa obtenida con la trituración de semilla germinada [3]. Se evaluaron cinco tratamientos: testigo (T1), aplicación de AIB por inmersión durante 30 segundos (T2) y 60 segundos (T3), y aplicación de exudado de lenteja por inmersión durante 30 segundos (T4) y 60 segundos (T5). Los esquejes se colocaron en cajas de plástico de 50 x 30 x 20 cm en una mezcla de perlita y vermiculita en partes iguales, sin recibir fertilización. A los cinco meses de edad de los esquejes se registró el porcentaje de enraizamiento y el número de raíces adventicias generadas. El efecto de los tratamientos sobre las variables respuesta se analizaron con ANOVA y pruebas de medias de Tukey en SAS v9.4.

Resultados y Discusión. Se detectaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en las dos variables evaluadas. Los esquejes tratados con exudado de lenteja por inmersión de 60 segundo presentaron el mayor enraizamiento (90 %, Fig. 1a) y generación de raíces adventicias (7.2, Fig. 1b). Se han reportado buenos



resultados de enraizamiento en especies de pino con la aplicación de AIB, pero menores a los obtenidos en este estudio con el exudado de lenteja, tal es el caso de *Pinus thunbergii* Parl. (65 %, 4000 ppm de AIB) [4], *P. mugo* Turra (44 % con 4000 ppm de AIB) [1] y *P. leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham. (24 % con 10,000 ppm de AIB) [5].

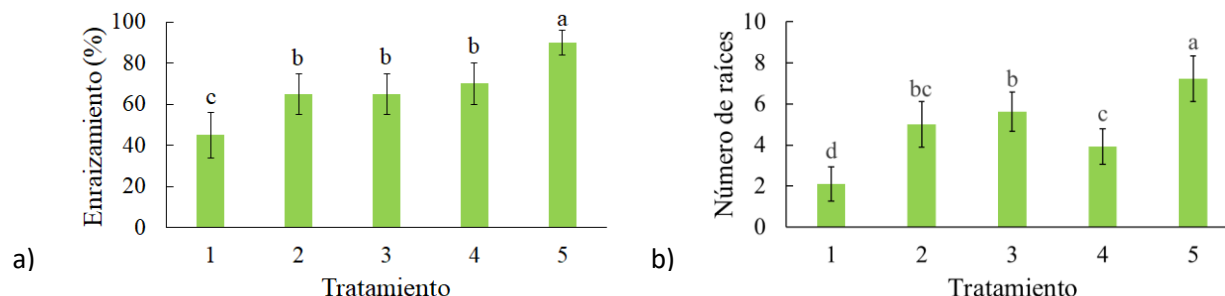


Fig. 1. Enraizamiento y número de raíces adventicias generadas por esquejes de *Pinus greggii* var. *australis*. a) Enraizamiento, b) número de raíces adventicias. Barras de error representan el error estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $p < 0.05$).

El tratamiento de inmersión durante 60 segundos en el exudado de lenteja permitió obtener mayor número en comparación a lo reportado para *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii* x *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis*, especie que generó 3.5 raíces adventicias en promedio al emplear 3000 ppm de AIB [2].

Conclusiones. *Pinus greggii* var. *australis* puede clonarse exitosamente con esquejes mediante la aplicación de exudado de lenteja por inmersión de 60 segundos, lo que resulta en una alternativa útil y de bajo costo para la multiplicación masiva de la especie.

Agradecimientos. A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca otorgada al primer autor para realizar una estancia posdoctoral académica de continuidad (CVU 561686) bajo el marco de la Convocatoria 2022(1) de Estancias Posdoctorales Por México.

Referencias.

1. Sedaghatthoor S, Kayghobadi S, Tajvar Y (2016) Rooting of Mugo pine (*Pinus mugo*) cuttings as affected by IBA, NAA and planting substrate. *For. Syst.* **25**(2): eSC08-eSC08.
2. Cabrera RR, Jiménez CM, López LMÁ, Parra PJP (2022) Nutritional management of hybrid pine trees and use of indole butyric acid for cloning by cuttings. *Rev. Mex. Cienc. For.* **13**(69):132-154.
3. Tinco ME (2024) Propagación de estacas de higo (*Ficus carica* L.) bajo enraizadores naturales en distintos tiempos de sumersión. *RIIARn.* **11**(1): 47-56.
4. Matsunaga K, Ohira M (2019) Effect of cutting size on rooting ability and first year growth of *Pinus thunbergii* in nursery containers. *J. For. Res.* **24**(6): 356-364.
5. Cuevas-Cruz JC, Jiménez-Casas M, Jasso-Mata J, Pérez-Rodríguez P, López-Upton J, Villegas-Monter A (2015) Asexual propagation of *Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. et Cham. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Ambient.* **21**(1): 81-95.

Verificación de la relación caudal–pérdida de carga en un dispositivo hidráulico didáctico mediante comparación con un modelo existente

Carrillo Martínez Georgina Elizabeth, Bote Caamal Rogelio Daniel, Espadas Sánchez Paola Isabel^b

^bFacultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Av. Industrias no contaminantes s/n, C.P. 97203
georgina.carrillo@correo.uady.mx y daniel.bote@correo.uady.mx

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En el contexto de la enseñanza de la hidráulica experimental, los dispositivos didácticos deben reproducir con fidelidad los fenómenos físicos que se pretende estudiar. Uno de los parámetros fundamentales en la caracterización de sistemas hidráulicos es la relación entre el caudal y la pérdida de carga, la cual permite evaluar el comportamiento energético de un flujo en condiciones controladas. Diversos autores han señalado la importancia de contar con modelos físicamente representativos para prácticas de laboratorio. Espinosa-Ríos et al. (2016) destacan que, desde un enfoque constructivista, las prácticas experimentales promueven la construcción activa del conocimiento y fortalecen la motivación estudiantil. Hofstein y Lunetta (2004) subrayan que un laboratorio bien estructurado favorece el desarrollo de habilidades cognitivas como la formulación de hipótesis, el pensamiento crítico y la metacognición. En este sentido, la validación de dispositivos didácticos frente a modelos hidráulicamente similares constituye una estrategia metodológica para garantizar la confianza en los resultados obtenidos en laboratorio. El presente trabajo tiene como objetivo verificar la confiabilidad de la relación caudal–pérdida de carga en un dispositivo hidráulico didáctico diseñado para prácticas de laboratorio, instalado en un banco hidráulico, mediante su comparación con un modelo existente de características hidráulicas similares. La incorporación de nuevos dispositivos en laboratorios de ingeniería requiere asegurar que su comportamiento sea coherente con los principios teóricos y con modelos previamente validados. Este estudio busca no solo confirmar la funcionalidad del modelo diseñado, sino también establecer su utilidad pedagógica en prácticas grupales, considerando criterios de reproducibilidad, eficiencia hidráulica y confianza en los datos generados.

Metodología. Se diseñó un dispositivo didáctico de PVC con un diámetro interno de 24.5 mm, instalado en un banco hidráulico de circuito cerrado. El modelo fue construido considerando criterios de similitud geométrica y funcional respecto a un dispositivo existente de 22 mm de diámetro, utilizado previamente en prácticas de laboratorio. El modelo fue sometido a pruebas bajo condiciones similares al existente, variando el grado de apertura de válvulas para obtener diferentes caudales. Se registraron datos de caudal (Q) mediante un medidor electromagnético y pérdida de carga (H_f) mediante manómetros piezométricos ubicados antes y después del tramo de prueba. Los datos fueron procesados para generar curvas Q vs. H_f , y se aplicó análisis de regresión lineal para evaluar la consistencia y confiabilidad de las relaciones obtenidas.

Resultados y Discusión. Los resultados muestran que el modelo diseñado reproduce adecuadamente la tendencia esperada: a mayor caudal, mayor pérdida de carga (Fig. 1 inciso a). La curva obtenida presenta una correlación lineal con coeficiente de determinación superior al 0.95, lo que indica alta consistencia en los datos (Fig. 1 inciso b). En comparación con el modelo existente, el nuevo dispositivo presenta menores pérdidas de carga para caudales equivalentes, lo que sugiere una mejora en la eficiencia hidráulica. Esta diferencia puede atribuirse al mayor diámetro interno y a la menor rugosidad relativa del nuevo modelo. Además, la dispersión de datos fue menor en el dispositivo diseñado, lo que favorece su uso en prácticas donde se requiere precisión y confianza en la medición.

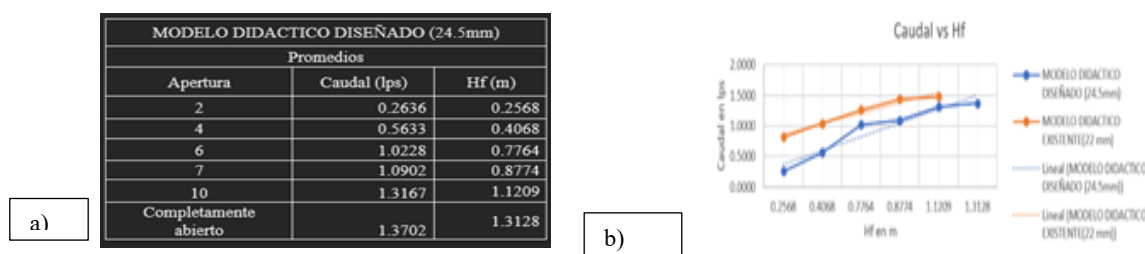


Fig. 1. Las figuras muestran a) los valores de caudales y pérdidas obtenidos para el modelo didáctico diseñado y b) la curva de correlación lineal

Conclusiones. El dispositivo hidráulico diseñado cumple con los criterios de confiabilidad y reproducibilidad establecidos, mostrando un comportamiento coherente con los principios teóricos y con el modelo de referencia. Su menor pérdida de carga y mayor estabilidad en las mediciones lo convierten en una herramienta didáctica eficaz para prácticas de laboratorio en ingeniería hidráulica.

Se recomienda su implementación en sesiones experimentales orientadas al análisis energético de sistemas hidráulicos, así como su incorporación en protocolos de validación de modelos didácticos. Este estudio contribuye al fortalecimiento de la infraestructura experimental en entornos educativos, promoviendo prácticas más precisas y representativas.

Referencias.

1. Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*. En: Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias.
2. Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). *Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar*. Universidad del Valle.

Respuestas transcriptómicas de *Picochlorum renovo* a cambios en zinc y salinidad

Natalia Parra¹, Juan D. Tibocha-Bonilla², Marcus S. Bray³, Michael T. Guarnieri³, Alejandro Zepeda¹, Karsten Zengler², Diego Tec-Campos^{1,2*}

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Inn, Perif. de Mérida Lic. Manuel Berzunza 13615, Chuburná de Hidalgo C.P, 97203. ²Department of Pediatrics, University of California, San Diego, 9500 Gilman Drive, La Jolla, CA 92093-0760, USA. ³Biosciences Center, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO 80401

parranataliacastaneda@gmail.com dcampos@ucsd.edu

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción: Las microalgas enfrentan de manera constante escenarios ambientales adversos que requieren mecanismos de regulación a nivel transcriptómico, metabólico y fisiológico para mantener su crecimiento y productividad (2). Los principales factores suelen ser las variaciones en la concentración de salinidad y la disponibilidad limitada de micronutrientes (3). En particular, el zinc cobra relevancia porque actúa como cofactor de enzimas esenciales en el proceso fotosintético, tanto en la captura de luz como en la fijación de carbono (1). Su disponibilidad, sin embargo, es frecuentemente variable en ambientes naturales, lo que puede condicionar la eficiencia metabólica de las microalgas. De manera similar, los cambios en la salinidad representan un estrés osmótico que puede comprometer la homeostasis celular y obligar a una reprogramación a nivel de expresión génica. En este contexto, *Picochlorum renovo* es un modelo ideal por su reconocida tolerancia a condiciones extremas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las respuestas transcriptómicas de *P. renovo* frente a cambios en zinc y salinidad bajo condiciones fotoautótrofas, con el fin de identificar los procesos biológicos y metabólicos asociados a su resiliencia ambiental. Específicamente, buscamos (i) identificar los procesos biológicos activados o reprimidos por zinc (0 y 0.1 μM), y (ii) analizar la magnitud y naturaleza de la respuesta transcripcional frente a condiciones de baja y alta salinidad (8.75 g/L y 35 g/L de sal marina).

Metodología: Las muestras de zinc se recolectaron a las 72 horas, comparando ausencia (0 μM) y presencia del micronutriente (0.1 μM) por duplicado. En cuanto a las características de secuenciación, las bibliotecas fueron multiplexadas y agrupadas en un flowcell del Illumina NovaSeq 6000. Las muestras se secuenciaron utilizando una configuración pareada de 2x150 pb. Los datos de crecimiento de y perfiles de expresión de salinidad se obtuvieron del estudio de Dahlin en 2019 (3). Las muestras de baja y alta salinidad se diseñaron utilizando agua de mar natural (diluida con agua destilada) en lugar de soluciones reconstituidas con cloruro de sodio. El ARN se obtuvo utilizando un kit QIAGEN RNeasy Plant Mini. Las muestras para el análisis transcriptómico de salinidad se tomaron a las 54 horas. Las lecturas FASTQ se preprocesaron con *Fastp* v0.23.4 y se evaluó su calidad con *FastQC* v0.11.9 y *MultiQC* v1.23. Las lecturas limpias se alinearon al genoma de referencia de *P. renovo* usando *HISAT2* v2.2.1, y los archivos BAM resultantes se procesaron con *SAMtools* v1.13. Se eliminaron duplicados de PCR con *Picard* v3.3.0, y el conteo de genes se realizó con *HTSeq* v2.0.8. La normalización y el análisis de expresión diferencial se llevaron a cabo con *DESeq2* v1.44.0 en R, considerando genes diferencialmente expresados con un valor de $p < 0,05$ y $|\log_2 \text{fold change}| > 1$. El análisis de enriquecimiento funcional se realizó con *topGO*.

Resultados y Discusiones: El suplemento con zinc a 0.1 μM produjo un cambio fisiológico significativo en comparación con la condición deficiente en zinc. En particular, la tasa de crecimiento específica alcanzó 0.0429 h^{-1} bajo suplementación óptima, frente a 0.0370 h^{-1} en ausencia de zinc. Este incremento del 15% confirma que el zinc a concentraciones traza favorece tanto la acumulación de biomasa como el mantenimiento de la fotosíntesis activa. A nivel transcriptómico, se identificaron únicamente 41 genes diferencialmente expresados (21 regulados positivamente y 20 negativamente). Sin embargo, a pesar del número limitado, estos genes cumplen un papel clave en procesos centrales de generación de energía y crecimiento celular. Los genes regulados positivamente estuvieron enriquecidos en funciones mitocondriales y en la cadena respiratoria, lo que sugiere un aumento de la fosforilación oxidativa y mayor producción de ATP. De esta manera, se establece un vínculo directo entre la disponibilidad de zinc, la activación de rutas energéticas y la aceleración del crecimiento. En contraste, bajo deficiencia de zinc se activaron genes vinculados con la biosíntesis de proteínas y metabolismo de péptidos, lo que refleja una estrategia compensatoria ante la limitación de cofactores esenciales. En el caso de la salinidad, los cálculos de la tasa de crecimiento específica revelaron diferencias mínimas entre los tratamientos ($\mu = 0.0765 \text{ h}^{-1}$ a 8.75 g/L y 0.0749 h^{-1} a 35 g/L, respectivamente), lo que indica que *P. renovo* mantiene una productividad de biomasa comparable en un amplio rango de salinidad. En contraste con esta pequeña diferencia de crecimiento, el análisis de expresión génica diferencial reveló un cambio transcripcional pronunciado, con 318 genes regulados positivamente y 171 negativamente. Los genes activados se asociaron a señalización del estrés, reparación de ADN y regulación del ciclo celular, lo que evidencia una reprogramación molecular profunda dirigida a mantener la homeostasis osmótica. La amplitud de esta respuesta, contrastada con la estabilidad en la productividad de biomasa, sugiere que *P. renovo* prioriza la resiliencia celular mediante ajustes finos en sus rutas regulatorias sin sacrificar crecimiento.

Conclusión: Estos resultados muestran que *P. renovo* responde de manera diferenciada a los estreses de zinc y salinidad: mientras que el zinc óptimo promueve un metabolismo energético más eficiente, la alta salinidad desencadena una respuesta transcriptómica compleja que sostiene la resiliencia sin afectar significativamente la productividad. Este conocimiento aporta bases moleculares para comprender la tolerancia de *P. renovo* y respalda su potencial como organismo robusto para aplicaciones biotecnológicas en ambientes variables.

Referencias:

1. Ahmad A, Ashraf SS (2024) Harnessing microalgae: Innovations for achieving UN Sustainable Development Goals and climate resilience. J Water Process Eng **68**: 106506
2. Cooper MB, Smith AG (2015) Exploring mutualistic interactions between microalgae and bacteria in the omics age. Curr Opin Plant Biol **26**: 147–153
3. Dahlin LR, Gerritsen AT, Henard CA, Van Wychen S, Linger JG, Kunde Y, Hovde BT, Starkenburg SR, Posewitz MC, Guarnieri MT (2019) Development of a high-productivity, halophilic, thermotolerant microalga *Picochlorum renovo*. Commun Biol **2**: 388
4. Wang B, Zuniga C, Guarnieri MT, Zengler K, Betenbaugh M, Young JD (2023) Metabolic engineering of *Synechococcus elongatus* 7942 for enhanced sucrose biosynthesis. Metab Eng **80**: 12–24



Medición de conductividad térmica de un compuesto base poliestireno y carbonato de calcio recuperado

Gisell Guadalupe García Martínez^a, Eliel García Rivera^a, Ana Roselyn Pérez Méndez^a, Rogelio Arroyo Cruz^a, David Reyes González^a

^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km 1.8 Carretera a Loma de Cojolite, Misantla 93821, México.

(242t0503@itsm.edu.mx / arperezm@itsm.edu.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Los materiales innovadores tienen un papel importante en la búsqueda de soluciones más sostenibles y eficientes para la construcción y diseño de sistemas constructivos que contribuyan a la eficiencia energética y la sostenibilidad. Un ejemplo de este tipo de materiales son las ecobaldosas térmicas producidas a partir de materiales reciclados como el carbonato de calcio (CaCO_3) obtenido del cascarón de huevo y el poliestireno expandido residual de la industria del embalaje [1]. Uno de los aspectos clave para evaluar el rendimiento de estos materiales es su conductividad térmica, ya que determina su capacidad para conducir el calor, y entre menor sea el valor de este material, mejora su potencial en aplicaciones de confort térmico en los espacios interiores. Este trabajo presenta un desarrollo experimental basado en el método de las mezclas para medir la capacidad calorífica del compuesto, que lleve a la determinación de su conductividad térmica. Estos datos permitirán evaluar su desempeño térmico y su potencial uso en aplicaciones de construcción sostenible.

Metodología. En este trabajo, se emplea el método de las mezclas [2] para determinar el calor específico de materiales individuales como yeso, cemento, poliestireno expandido y cascarón de huevo pulverizado, esto permite validar la viabilidad del método. Posteriormente, se realizan mediciones por pruebas experimentales con el compuesto y así determinar su calor específico; posteriormente se determina el calor asociado a un proceso de transferencia energética a través de una placa de compuesto y, finalmente, su conductividad térmica, mediante la definición de la ecuación de transferencia de calor de Fourier [3].

Resultados y Discusión. Posterior a la aplicación del desarrollo experimental, el cuadro 1 muestra el valor del calor específico del cemento y el yeso, que concuerda con valores reportados en literatura, con ello se puede validar que el valor obtenido del calor específico mediante este experimento es adecuado para el posterior cálculo de la conductividad térmica del compuesto base poliestireno y CaCO_3 recuperado, presentados en el cuadro 2.

**Cuadro 1.** Comparación de valores de calor específico de cemento y yeso, experimental y reportado.

Material	Calor específico medido Cal/(g °C)	Calor específico reportado Cal/(g °C)
Cemento	0.266	0.2 – 0.3
Yeso	0.253	0.1 – 0.25

Cuadro 2. Calor específico y conductividad térmica del compuesto bade poliestireno y CaCO_3 recuperado.

Material	Calor específico medido [Cal/(g °C)]	Conductividad térmica [W/(m K)]
Composito	0.21	0.187

El valor de la conductividad térmica es consistente con las expectativas para aplicaciones en las que se requiere un control eficiente de conducción de calor, en procesos donde es requerido el aislamiento térmico, siendo extensivo para aplicaciones de confort térmico.

Conclusiones. Se puede verificar que la metodología utilizada en esta investigación, orientada a la determinación de las propiedades térmicas de materiales compuestos, es favorable si se lleva a cabo adecuadamente y siguiendo los pasos establecidos en cada uno de los procesos. El valor obtenido para la conductividad térmica de $0.187 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ confirma que el material posee un comportamiento térmico moderado, lo que lo hace adecuado para su uso en la construcción, especialmente en aplicaciones donde el aislamiento térmico es esencial. El valor obtenido contribuye a una comprensión más precisa de las propiedades térmicas de materiales compuestos para aplicaciones en aislamiento térmico en procesos así como confort térmico en construcciones, reafirmando su potencial como una alternativa viable, desde un enfoque sustentable y sostenible en el ámbito de los materiales de construcción.

Agradecimientos. Se agradece a la SECIHTI por asignar la beca para estudiar un doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico Superior de Miantla (ITSM) cuyo apoyo facilitó la investigación relacionada con este trabajo.

Referencias.

- García Martínez, G. G. (2024), Aplicación de DFSS al proceso de ecobaldosa térmica. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Superior de Miantla.
- Atarés, L. (2011), Determinación del calor específico de una sustancia. ETSIAMN, Universidad Politécnica de Valencia.
- Lira, M, Méndez, E., (2007), Medición de la conductividad térmica de materiales aislantes en CENAM. Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica.

Modelo termodinámico de solubilidad de CO₂ en salmueras de NaCl concentradas como estrategia de CCS

Arroyo Acosta David^a, Reyes González David^a, Rodríguez Martínez Guadalupe^a, Sosa y Durán Ana Lilia^a, Morales Juárez Silvia Patricia^a

^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Km 1.8 Carretera a Loma de Cojolite, Misantla 93821, México.

(darroyoa@itsm.edu.mx / dreyesg@itsm.edu.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, han aumentado significativamente los niveles de CO₂ en la atmósfera en las últimas décadas, generando importantes consecuencias para el medio ambiente, como el calentamiento global y cambios en los patrones climáticos en ecosistemas terrestres y acuáticos [1]. La captura y secuestro de carbono es una tecnología probada y segura que previene la liberación de CO₂ [2]; esta tecnología consiste en capturar, purificar, comprimir, transportar e inyectar el CO₂ a profundidades mayores a 800m, para su almacenamiento seguro en estructuras geológicas cuidadosamente seleccionadas para su disposición permanente, y que regularmente se encuentran inundadas de salmueras naturales que representan una condición limitante para determinar la cantidad de CO₂ que es posible almacenarse. Esta propuesta de investigación desarrolla un modelo de ecuación de estado termodinámica, que evalúa adecuadamente el equilibrio de fases en la solubilidad de CO₂ en salmueras de NaCl, para la definición de los volúmenes de este gas de efecto invernadero que puedan ser almacenados en formaciones geológicas, así como la capacidad de compresión de CO₂, a condiciones altas de presión y temperatura.

Metodología. En el presente trabajo se plantea el desarrollo de un modelo de ecuación cúbica de estado, basada en las contribuciones físicas de repulsión y atracción, de acuerdo con el modelo propuesto por Peng-Robinson [3]. En este trabajo, se presenta una modificación en la expresión para el cálculo del coeficiente de interacción binaria entre el CO₂, similar a la propuesta por Soreide y Whitson [4] y el agua o la salmuera, como función de la temperatura y la concentración molal de sal disuelta en agua. La determinación de la cantidad de CO₂ que puede disolverse en agua o salmuera se obtiene a partir de la solución de separación de dos fases, a condiciones isotérmicas, por el método Rachford-Rice [5], y por el criterio de equilibrio termodinámico bajo la restricción de igualdad de potencial químico de todas las especies químicas en la fase líquida con las especies químicas en la fase vapor, simplificado al criterio de igualdad de fugacidades.

Resultados y Discusión. La aplicación del modelo termodinámico para determinar la capacidad de solubilidad de CO₂ en salmueras se evalúa a partir de considerar salmueras base NaCl, a diferentes concentraciones. El cuadro 1 que presenta los datos experimentales de la fracción mol de CO₂



solubilizados en una salmuera de NaCl a una concentración 5 molal y 413.2 K, y valores de presión alta, representando las condiciones a las que se encuentra un sistema de yacimiento agotado con inundación de salmuera

Cuadro 1. Fracción mol de CO₂ solubilizado en salmuera al 5 molal a 413.2 K

Presión [Bar]	X CO ₂ experimental	X CO ₂ calculada
50	0.00342	0.002942
100	0.0058	0.00574
150	0.00825	0.00785
200	0.01057	0.009425
300	0.01113	0.01158
400	0.01268	0.01302

El valor de la conductividad térmica es consistente con las expectativas para aplicaciones en las que se requiere un control eficiente de conducción de calor, en procesos donde es requerido el aislamiento térmico, siendo extensivo para aplicaciones de confort térmico.

Conclusiones. La ecuación de estado propuesta en este trabajo es un modelo sencillo para estimar el porcentaje de CO₂ que puede disolverse en una salmuera, y la densidad de este gas de efecto invernadero a las condiciones de presión y temperatura en la formación geológica, para estimar la cantidad de CO₂ que puede ser almacenado en una formación geológica específica. El diseño adecuado de un sistema de captura y almacenamiento de carbono es una estrategia adecuada para garantizar el aprovechamiento de fuentes convencionales de energía, como combustibles fósiles, con una reducción significativa de las emisiones de gas de efecto invernadero a la atmósfera, permitiendo el aprovechamiento eficiente de la capacidad energética de estos combustibles.

Agradecimientos. Se agradece a la SECIHTI por asignar la beca para estudiar un Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla (ITSM) cuyo apoyo facilitó la investigación relacionada con este trabajo.

Referencias.

1. Energy Institute, 2024. Review Statistical World Energy.
2. Organización de las Naciones Unidas, 2024, Net Zero-Coalition, www.un.org/es/climatechange
3. Ding-Yu Peng, Donald B. Robinson, 1976 A new two-constant equation of state, Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals, 15(1), 59-64.
4. Soreide I., Whitson C.H., 1992, Peng-Robinson predictions for hydrocarbons, CO₂, N₂, and H₂S with pure water and NaCl brine, Fluid Phase Equilibria, Vol. 77, pp 217-240.
5. Rachford, H.H., Rice, J.D., 1952, Procedure for use of electrical digital computers in calculating flash vaporization hydrocarbon equilibrium, JPT, 19, Tans. AIME. 195.



Diferencias químicas y morfométricas entre poblaciones nativas y recientemente colonizadas de *Euglossa viridissima*

Aragón-Pech Rosendo Arturo de J.^{a*}, Muñoz Rodríguez David ^b, Quezada-Euán José Javier G.^a

^aFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5, Mérida, Yucatán, CP. 97100.

^bFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5, Tablaje Catastral 13615, Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C.P. 97203
(rosendoaragonp@gmail.com*)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La tribu Euglossini constituye el único grupo de abejas corbiculadas (Apini, Bombini, Euglossini y Meliponini) restringido a los neotrópicos [1]. El género *Euglossa* representa el linaje más diverso de esta tribu, con más de 100 especies distribuidas en América tropical [2]. La presencia de *Euglossa viridissima* fue recientemente reportada fuera de su área de distribución nativa, en la región del Cabo, Baja California Sur, México [3]. Los hidrocarburos cuticulares (HCCs) y las herramientas morfométricas han demostrado utilidad en la identificación de especies crípticas y en la determinación del origen geográfico de poblaciones de abejas [4–6]. El presente trabajo comparó la variación química y morfométrica de la población recientemente establecida de *E. viridissima* en Baja California Sur con poblaciones en los extremos de su distribución natural.

Metodología. Se colectaron 124 machos de *E. viridissima* mediante cebos con atrayentes químicos en tres regiones: Baja California Sur (BCS, n = 34), Península de Yucatán (PY, n = 51) y Costa del Pacífico (CP, n = 39). Los caracteres morfométricos evaluados fueron: ancho de cabeza (AC), distancia intertegular (DI), largo del fémur (LF) y largo del ala anterior (LA). La comparación univariada se realizó mediante pruebas de significancia, mientras que el conjunto de datos fue analizado con Análisis de Componentes Principales (PCA). Los perfiles cuticulares se obtuvieron mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC/MS). Los datos se analizaron con técnicas multivariadas (NMDS, ANOSIM y SIMPER) usando el índice de similitud de Bray–Curtis.

Resultados y Discusión. El carácter DI no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$). La población de la PY exhibió mayor tamaño de AC, LA y LF en comparación con BCS y CP. La población de BCS mostró similitud morfométrica con la de la CP. El perfil cuticular estuvo compuesto por 20 compuestos: 18 hidrocarburos y 2 acetatos. Los compuestos más abundantes (>20%) fueron n-heptacoseno (26.96%), eicosenil-1-acetato (24.36%) y eicos-10-enil-1,20-diacetato (21.90%). El n-heptacoseno no presentó diferencias entre poblaciones ($p > 0.05$). El eicosenil-1-acetato mostró diferencias entre PY y las otras dos regiones. El eicos-10-enil-1,20-diacetato presentó diferencias significativas entre BCS/CP y PY. Estos resultados concuerdan con lo reportado previamente en *E. viridissima* [4] y en su especie hermana *E. dilemma* [7].

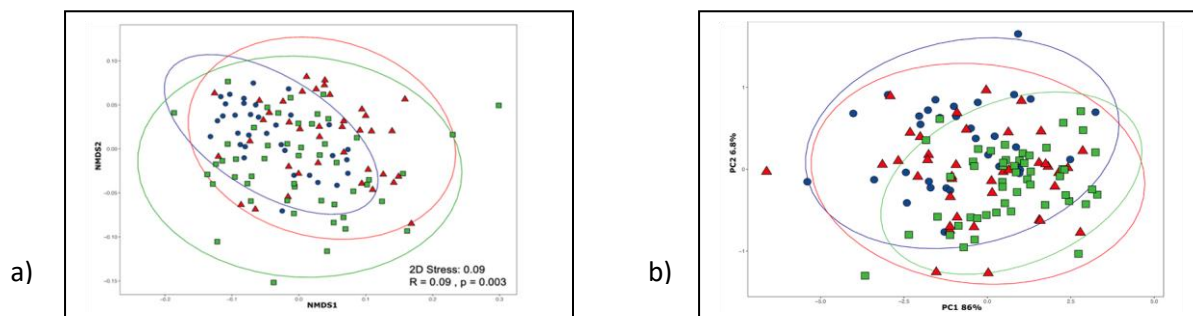


Fig. 1. a) NMDS de los perfiles cuticulares de 124 machos de *E. viridissima* en tres poblaciones de México. b) PCA de cuatro caracteres morfométricos de los mismos individuos. Cuadros verdes representa la PY, triángulos rojos la CP y círculos azules BCS.

Conclusiones. Se detectaron diferencias significativas tanto en los caracteres morfométricos como en los perfiles cuticulares de *E. viridissima*. La población de BCS, recientemente establecida, mostró mayor similitud morfométrica y química con la de la CP que con la de la PY.

Agradecimientos. A los colaboradores del proyecto, al Departamento de Apicultura Tropical de la FMVZ-UADY y al laboratorio de Análisis Instrumental de la FIQ-UADY por el apoyo otorgado. Al CONAHCyT por la beca de posgrado (CVU: 853502).

Referencias.

1. Cameron SA. (2004) Phylogeny and Biology of Neotropical Orchid Bees (Euglossini). *Annu Rev Entomol* 49.
2. Roubik DW, Hanson PE. (2004) *Orchid bees of tropical America: biology and field guide*. INBio, Costa Rica.
3. Falcón-Brindis A, Ayala R, Jiménez ML, Hinojosa-Díaz IA. (2018) A missing piece in the puzzle: The presence of *Euglossa viridissima* in the Baja California Peninsula. *Zookeys* 2018.
4. Pokorny T, Lunau K, Quezada-Euán JJG, Eltz T. (2014) Cuticular hydrocarbons distinguish cryptic sibling species in *Euglossa*. *Apidologie* 45.
5. Eltz T, Fritsch F, Pech JR, Zimmermann Y, Ramírez SR, Quezada-Euán JJG, Bembé B. (2011) Characterization of *Euglossa viridissima* and a novel cryptic sibling species. *Zool J Linn Soc* 163.
6. Quezada-Euán JJG, Sheets HD, De Luna E, Eltz T. (2015) Identification of cryptic species in *Euglossa*: morphometric analysis of forewings. *Apidologie* 46.
7. Saleh NW, Hodgson K, Pokorny T, Mullins A, Chouvenec T, Eltz T, Ramirez SR. (2021) Social behavior, ovary size, and population of origin influence cuticular hydrocarbons in *Euglossa dilemma*. *Am Nat* 198.

Evaluación citotóxica de ceniza de neumático de desecho en el biomodelo vegetal *Allium sativum*

Linares Campos Aurora, Cerna Cortez Jorge Raúl, Rubio Rosas Efraín, Badillo Morales Adrián Gustavo, Rosas Licona Paloma Montserrat, Alatríste Bueno Victorino Gilberto Serafín.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Prol. 24 Sur, Cd Universitaria, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, 72570.

(Ponente: alinares_campos@hotmail.com . Autor por correspondencia alinares_campos@hotmail.com)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. El manejo inadecuado de los neumáticos de desecho representa un problema ambiental y de salud pública de escala global [1]. Es resultado del acelerado crecimiento demográfico y económico [2]; la acumulación de toneladas a través del tiempo es consecuencia directa de una economía lineal [3] y de una limitada capacidad para tratarlos una vez finalizada su vida útil. Debido a que los neumáticos no son biodegradables [4], suelen ser acumulados en espacios abiertos, tiraderos clandestinos o cuerpos de agua, convirtiéndose en focos de infección; una de las actividades antropogénicas para aprovechar su poder calorífico es la quema a cielo abierto liberando así contaminantes peligrosos difíciles de controlar, afectando la calidad del aire, el agua y el suelo [5]. Lo que convierte a este residuo en un desafío urgente para el desarrollo sostenible. El estudio propuso la evaluación citotóxica de las cenizas obtenidas de la incineración a cielo abierto de neumáticos de desecho en el biomodelo vegetal *Allium sativum*.

Metodología. Se utilizaron 12 bulbos de *Allium sativum* [6]; se prepararon tres elutriados de cenizas en concentraciones de 5g/L, 7g/L y 8g/L [7]; el experimento se realizó por triplicado teniendo un grupo control y tres tratamientos, fue una exposición aguda (96 h). Una vez pasado el tiempo se procedió al corte de 2 mm de los meristemos apicales, se fijaron en una solución de etanol-ácido acético (3:1) durante 24 h y se hidrolizaron en ácido clorhídrico (HCl) 1 N a 60 °C durante 5 min en baño maría, posteriormente se enjuagaron con agua destilada, las raíces se transfirieron a un portaobjetos limpio y se tiñeron con una gota de aceto-orceína al 2% por 40 min, luego se le añadió una gota de ácido acético al 45%. Las preparaciones microscópicas se realizaron mediante la técnica del squash. Las células mitóticas se observaron bajo un microscopio Leica DM 500 con cámara Leica ICC50w, se contaron 3000 células por grupo.

Resultados y Discusión. La evaluación de los efectos citogenéticos de los elutriados de cenizas de neumáticos de desecho en las células meristemáticas de *Allium sativum* se estimó mediante la observación de parámetros citológicos, es decir, el índice mitótico y el índice de fase (Cuadro 1). Con una concentración de cenizas de 5g/L en una exposición a 96h, el índice mitótico registró 69.4%, existiendo una diferencia significativa con el grupo control, no obstante, se observa que el porcentaje del grupo control versus todos los tratamientos es ligeramente mayor, por lo tanto, existe un efecto negativo en la división activa de las células meristemáticas. Por otro lado, a una concentración de 7g/L, el elutriado

indujo un efecto negativo en las células, el cual, se manifestó en una reducción significativa en el índice de fase en telofase respecto al grupo control.

Cuadro 1. Índice mitótico e índice de fase en células meristemáticas de *Allium sativum*.

Parámetro	Control	Grupo A (5g/L)	Grupo B (7g/L)	Grupo C (8g/L)
Índice Mitótico (%)	87.6*	69.4*	86.8**	85.2**
Índice Profase (%)	45.8*	39.4**	49.8*	34*
Índice Metafase (%)	9*	9.4*	13.6**	18.2*
Índice Anafase (%)	8.2*	12.4**	21.6*	10.2**
Índice Telofase (%)	24.6*	8.2**	1.8**	22.8**

Conclusiones. Los resultados de la investigación muestran que la citotoxicidad de cenizas en las células meristemáticas de *Allium sativum* depende de las concentraciones. Con base en los resultados obtenidos en este estudio se recomienda evitar la quema a cielo abierto de estos desechos, debido a que los efectos sobre las plantas y el medio ambiente son negativos. Se prevén pruebas futuras para observar los efectos genotóxicos.

Agradecimientos. Se agradece a SECIHTI por la beca otorgada, la cual permitió el desarrollo de la presente investigación, así como al Laboratorio de Innovación y Materiales Aplicados de la BUAP por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para la realización de esta investigación.

Referencias.

1. Yadav, J. S., & Tiwari, S. K. (2019). The impact of end-of-life tires on the mechanical properties of fine-grained soil: A Review. *Environment, Development and Sustainability*, 21(2), 485–568. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0054-2>
2. Ortiz, O., Ocampo, W., & Laura, D. (2017). Environmental impact of end-of-life tires: Life cycle assessment comparison of three scenarios from a case study in Valle Del Cauca, Colombia. *Energies*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/en10122117>
3. Ellen MacArthur Foundation. (2014). Hacia una Economía Circular - Resumen Ejecutivo. 9. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pdf
4. Matute, F., Calle González, F. E., & Hernán, P. (2011). Implementación y estandarización de estrategias de manufactura “5’S y Kanban” en el área de preparación de materiales en la Empresa Continental Tire Andina S.A. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.
5. Agency, H. P. (2010). Chemical Hazards and Poisons Report - Issue 18, October 2010. 18.
6. Olaru, A. L., Rosculete, E., Bonciu, E., Rosculete, C. A., & Sarac, I. (2020). Evaluation of the cytogenetic effects of Quantis biostimulant in *Allium sativum* cells. *Notas botánicas del Jardín Agrobotánico Cluj-Napoca*, 48(2), 681–691. <https://doi.org/10.15835/nbha48211788>
7. Linares Campos, A., Morales Lara, L., Cedillo Ramírez, M. L., Linares González, Y. A., Rivera Rodríguez, L. B., Peña Moreno, R. D., Flores Sotelo, M. T., Linares Fleites, G., Paniagua Solar, L. A., & Hernández Zepeda, J. S. (2023). Acute and chronic toxicity of waste tire ash in *Daphnia Magna*. *Applied ecology and environmental research*, 21(1), 713–723. https://doi.org/10.15666/aer/2101_713723

Efecto de las nanopartículas de níquel cero valente en los sistemas hidrogenogénicos-metanogénicos acoplados

Estrella León Carlos Jesús, Ruiz Espinoza Juan Enrique

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, periférico norte kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, C.P. 97302.

(a16001031@alumnos.uady.mx y juan.ruiz@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La creciente generación de residuos sólidos orgánicos a causa de factores como el crecimiento poblacional y los hábitos de consumo intensivo han derivado en acumulación de desechos. Entre estos desechos, los restos de frutas y verduras representan una fracción abundante, biodegradable y con alto potencial para la producción de bioenergía al aprovecharse mediante tecnologías biológicas como la digestión anaerobia y la fermentación oscura [1]. No obstante, la eficiencia de estos procesos puede verse limitada por la acumulación de metabolitos inhibitorios, la baja actividad de enzimas clave y la competencia microbiana. [2] Una estrategia prometedora es el uso de sistemas acoplados en dos etapas (hidrogenogénica y metanogénica) combinados con la adición de nanopartículas (NPs) metálicas [1,3]. En particular, el níquel en forma cero valente (Ni^0) ha demostrado mejorar la transferencia de electrones y actuar como cofactor enzimático [1]. La valorización energética de residuos vegetales mediante sistemas acoplados con aditivos nanotecnológicos podría representar una alternativa sostenible para el manejo de desechos orgánicos. Este estudio evalúa experimentalmente el efecto de NPs de Ni^0 en un sistema de reactores acoplados hidrogenogénico-metanogénico, operados en modo por lotes y en continuo, bajo diferentes cargas volumétricas (CVA) y dosis de nanopartículas.

Metodología. El estudio empleó residuos de frutas y verduras como sustrato y lodo granular anaerobio proveniente de un reactor UASB de industria cervecera como inóculo. El inóculo destinado a la etapa hidrogenogénica fue pretratado por choque térmico. Se utilizaron NPs de Ni^0 . La experimentación se realizó en cuatro biorreactores de 2 L operados en modo por lote y en continuo; en lote, se aplicó una dosis de Ni^0 de 39.31 mg/L durante 20 días, mientras que en continuo se evaluaron tres fases de 20 días cada una variando la CVA y la dosis de NPs: Fase 1 (CVA: 1 kgSV/m³-día, NPs: 2mg/L), Fase 2 (CVA: 2 kgSV/m³-día, NPs: 4 mg/L) y Fase 3 (CVA: 2 kgSV/m³-día, NPs: 8 mg/L). En el sistema acoplado, el efluente del reactor hidrogenogénico alimentó al reactor metanogénico. En adición se evaluó un reactor metanogénico control en modo continuo sin acoplar (CVA: 1 gSV/L-día). Se monitorearon diariamente sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV) y volumen de biogás, determinando su composición (H_2 y CH_4) por cromatografía de gases, así como la concentración de AGVs.

Resultados y Discusión. En la operación por lote, los reactores metanogénicos produjeron volúmenes de biogás notablemente mayores que los hidrogenogénicos, aunque la dosis aplicada de NPs de Ni^0 presentó



efectos inhibitorios en la producción de hidrógeno. En el sistema continuo, el acoplamiento de reactores mejoró el rendimiento global, alcanzando en la Fase 3 (CVA: 2 kgSV/m³-día y NPs: 8 mg/L) la mayor producción de biogás (1411 mL/día) y el mejor rendimiento específico (486.61 mL/gSVrem), además de una remoción de materia orgánica de hasta 81.94% en el reactor metanogénico. El acoplamiento permitió estabilizar el pH en rangos óptimos para cada etapa, mejorar la conversión de ácidos grasos volátiles generados en la fermentación oscura y favorecer la metanogénesis. Se observó que el aumento de la CVA incrementó la acumulación de AGVs en la etapa hidrogenogénica, proporcionando más sustrato para la segunda etapa, aunque dosis excesivas de Ni⁰ redujeron la actividad microbiana y limitaron la producción de H₂.

Cuadro 1. Cuadro comparativo de la energía producida en los reactores a partir del biogás captado.

Tipo de reactor	Digestión convencional		Digestión acoplada		
Modo de operación	Por lote	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Carga (kgSV/m ³ -d)	-	1	1	2	2
Dosis de NPs (mg/L)	Sin NPs	Sin NPs	2	Sin NPs	4
Biogás acumulado (mL)	4101	11728	6951	15509	17700
Volumen de metano (mL)	2497.92	7143.52	7165.45	4233.84	8790.53
Volumen de hidrógeno (mL)	-	-	2281.08	282.01	1990.54
Poder calorífico (kJ)	99.2623	283.8694	171.8442	313.8540	374.7232
Principal AGV	Butírico	-	Butírico	Acético	Acético
% de remoción orgánico	33.94	70.94	77.61	78.04	78.49

Conclusiones. I) El mayor desempeño se alcanzó en operación continua con CVA=2 kgSV/m³-día y dosis de NPs de 8 mg/L, obteniendo 1411 mL/día de biogás. II) El incremento de CVA favoreció la producción de biogás y la acumulación de AGVs, que sirvieron como sustrato para el reactor metanogénico. III) Dosis elevadas de Ni⁰ (≈10-40 mg/L) generaron efectos inhibitorios, reduciendo la producción de H₂. IV) El sistema acoplado superó en eficiencia energética y remoción de materia a un sistema metanogénico independiente, alcanzando hasta un 81.94% de remoción en operación continua.

Agradecimientos. Se expresa un reconocimiento a la Universidad Autónoma de Yucatán. Se extiende un especial agradecimiento al Dr. Juan Enrique Ruiz Espinoza por su asesoría, y se reconoce la colaboración del Dr. Alfredo Córdova Lizama y de la QI. Mariela Lope Navarrete.

Referencias.

1. Sillero, Sganzerla, Foster-Carneiro (2022) A bibliometric analysis of the hydrogen production from dark fermentation. *IJHE*. **47**(64): 27397–27420.
2. Arun, Sasipraba, Gopinath (2022) Influence of biomass and nanoadditives in dark fermentation for enriched bio-hydrogen production: A detailed mechanistic review on pathway and commercialization challenges. *Fuel*. **327** (125112).
3. Simeonov, Kabaivanova, Chorukova (2021) Two-stage anaerobic digestion of organic wastes: A review. *EE&EP*. **3**: 38-56.



Proyecto: Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México. Aplicación de la ciencia, la ciencia ciudadana y la tecnología en el cuidado de los ecosistemas costero-marinos del Golfo de México

García Martínez Margarita, Gold Bouchot Gerardo, Garzón Sosa Sergio, Rosales Ángeles Fabiana, Bustamante Avendaño Ana Karen
Oficina de la Naciones Unidas de Servicios para Proyectos
margaritag@unops.org

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Las características geográficas y biofísicas distintivas del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (GEM-GdM) lo convierten en un importante reservorio global de biodiversidad y uno de los más productivos de los 66 GEM en el mundo.¹

El Proyecto “Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (PAE - GdM) cuenta con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como agencia implementadora, y es ejecutado por la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS, por sus siglas en inglés). El Proyecto fue aprobado y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) en 2016 y reactivado en 2021.

En el proceso de desarrollo del proyecto se identificaron tres problemas ambientales transfronterizos Mex-EE.UU. clave: (1) Contaminación; (2) Sobrepesca de poblaciones de peces compartidas y migratorias y (3) Modificación del hábitat (pérdida de humedales, conectividad, pérdida de resiliencia).

El objetivo general del proyecto es aplicar la ciencia, la ciencia ciudadana y la tecnología para: 1) mejorar los sistemas de monitoreo ambiental y de información para calidad del agua del GdM; 2) restablecer poblaciones de peces específicas mediante el desarrollo de capacidades, estudios poblacionales de especies específicas y acciones de monitoreo y 3) mejorar la salud de los ecosistemas costeros y marinos a través de acciones orientadas a reducir las fuentes terrestres de contaminación marina, de acciones de restauración de manglar, y de fortalecimiento de capacidades de manejadores de AMP en técnicas de buceo técnico-científicas para monitoreo de blanqueamiento coralino.

Metodología. El Proyecto generó un Marco de Resultados que contiene 60 metas, indicadores y medios de verificación de cumplimiento. UNOPS subcontrató 12 socios implementadores entre instituciones académicas, de investigación, instituciones de gobierno federal, ONGs e instituciones privadas que llevan a cabo actividades definidas en planes de trabajo individuales. Entre las metodologías empleadas para el componente 3 se tienen a) encuestas participativas para la adquisición de datos sobre prácticas de generación y gestión de residuos sólidos y aguas residuales en comunidades seleccionadas (estrategias metodológicas participativas como: encuesta, grupos focales, grupos interactivos)² y elaboración de

¹ <https://iwlearn.net/documents/9627>

² Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Education



programas educativos *ad hoc*; b) para la restauración de manglar se ha utilizado la ecología forense³ para determinar las causas de la degradación del manglar y se ha utilizado el sistema LIDAR aéreo y cámaras multiespectrales para generar información topográfica que permite la identificación de superficie de áreas degradadas y prioritarias para reconocer áreas sujetas a restauración; c) se tienen colocadas 13 estaciones de radares HF⁴ para el monitoreo y estudio de corrientes superficiales en tiempo real de los ecosistemas marinos del GdM ayudando, entre otras cosas a determinar áreas de alta conectividad, así como la liberación de 60 boyas de deriva que ayudarán a medir trayectorias de las corrientes y d) se analizan las metodologías y/o protocolos técnico- científicos y se fortalecen las capacidades de los manejadores de AMP de México, EE.UU. y Cuba en técnicas de evaluación de blanqueamiento y otras enfermedades coralinas p. ej. AGRRA⁵ o Bar drop⁶.

Resultados y Discusión. El proyecto, hasta agosto de 2025 tenía un porcentaje de progreso técnico de los tres componentes del 42.5 % que es acorde al progreso financiero (42%). Los principales resultados al momento por componente se muestran en la siguiente tabla (desglosado para el componente 3). Las diversas metodologías han mostrado ser eficientes y en algunos casos se ha hecho manejo adaptativo para el logro de los resultados. Los retos observados que han llevado a retrasos en el ritmo de implementación, han estado relacionados a factores políticos, a temas administrativos de las instituciones participantes, vandalismo, inseguridad, así como a factores climáticos, mismos que deben ser considerados desde el diseño del proyecto para garantizar un mejor desempeño.

Cuadro 1. Porcentaje de progreso por componente y producto hasta agosto de 2025

Componente y productos	Porcentaje de progreso
Componente 1. Calidad de Agua	52.14
Componente 2. Recuperar recursos marinos vivos (pesca)	22
Componente 3. Conservar y restaurar la calidad de los ecosistemas costeros comunidad y una mayor cooperación bilateral	51.7
Producto 3.1 Programas de educación comunitaria sobre fuentes terrestres de contaminación	79
Producto 3.2 Restauración comunitaria de humedales en lugares seleccionados	78
Producto 3.3 Mejora de la coordinación y la cooperación bilateral mediante el refuerzo de las redes de AMP	25
Producto 3.4 Apoyar la eficacia de gestión en las AMP (fortalecimiento de capacidades)	25

Conclusiones. Esta presentación pretende mostrar brevemente la gran diversidad de metodologías técnico-científicas utilizadas para la restauración integral de ecosistemas tan complejos como el gran ecosistema marino del Golfo de México y representa en este foro, un ejercicio de ciencia ciudadana. Asimismo, es de resaltar que el proyecto atiende problemáticas prioritarias trasfronterizas, contribuyendo

³ Haglund, W. D., y Sorg, M. H. 2002. Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory, and Archaeological Perspectives. CRC Press.

⁴ <https://smoc-gdm.org/>

⁵ <https://www.agrra.org/coral-disease-outbreak/>

⁶ <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Martinez-Vazquez-Berenice-Grisel-2189596282>



significativamente al fortalecimiento de capacidades técnicas de instituciones clave y comunidades locales y está generando información de línea base de utilidad para la toma de decisiones. Constituye una gran oportunidad para consolidar mecanismos de gobernanza en la región basados en la intervención de los gobiernos de México, los EE.UU. y Cuba.

Esto fortalecerá el desarrollo de programas innovadores de participación pública en ciencia ciudadana, la gestión racional de residuos, la mejora de las condiciones socioeconómicas de las poblaciones vulnerables de pescadores, los grupos dedicados a la restauración de los ecosistemas marinos costeros y, en general, los jóvenes y las mujeres con capacidades reforzadas para la buena gestión de los recursos del Golfo de México y la generación de beneficios ambientales globales.

Agradecimientos. Este proyecto agradece al FMAM por la revisión, aprobación y financiamiento del mismo, al PNUMA como agencia implementadora y a UNOPS WEC (Water, Environment and Climate) como agencia ejecutora. Un especial agradecimiento a todos los socios implementadores de los tres componentes por su compromiso y trabajo arduo para el cumplimiento de los objetivos y metas del proyecto PAE- GdM.



Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados en la restauración de manglares: avances y lecciones aprendidas en el Golfo de México

Gudiño Elizondo Napoleón^a, López Portillo Jorge^b, Lara Domínguez Ana Laura^b, Pérez Ceballos Rosela^c, Zaldívar Jiménez Arturo^d

^aInstituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fracc. Playitas, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México.

^bInstituto de Ecología, Red de Ecología Funcional, Antigua Carretera a Coatepec 351, Xalapa Veracruz 91073.

^cInstituto de Ciencias del Mar y Limnología Estación "El Carmen", UNAM. Carretera Carmen-Puerto Real Km. 9.5 CP. 24157, Cd. del Carmen, Campeche.

^dAsesoría Técnica y Estudios costeros. C.63B entre 122 y 124D # 221, Col. Yucalpetén, Mérida, Yucatán. C.P. 97238.

(ngudino@uabc.edu.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. La restauración efectiva de manglares requiere recuperar la conectividad hidrológica y los hidroperíodos adecuados para garantizar la regeneración natural y la supervivencia de especies clave. Una de las principales limitantes es la ausencia de información microtopográfica de alta precisión que permita planear la rehabilitación de canales y evaluar los efectos de la marea en la dinámica de inundación [1]. En este contexto, los sensores LiDAR aerotransportados constituyen herramientas indispensables, al generar modelos digitales de terreno de alta resolución que capturan desniveles críticos para el flujo mareal [2,3]. Su integración con imágenes multiespectrales ofrece un valor adicional al posibilitar la estimación de biomasa aérea y la evaluación de la salud de la vegetación mediante índices espectrales como el NDVI [4]. El alcance de este trabajo se centró en la aplicación de vehículos aéreos no tripulados (VANT) equipados con LiDAR y sensores ópticos en seis sitios piloto del Golfo de México, con el objetivo de evaluar el potencial de estas herramientas para el diseño de canales de restauración, la estimación de biomasa aérea y el monitoreo del estado fisiológico de la vegetación.

Metodología. Se realizaron levantamientos aerofotogramétricos con VANT multirrotor y de ala fija equipados con LiDAR y cámaras multiespectrales entre 2024 y 2025 en sitios de Campeche y Veracruz. Los datos LiDAR fueron procesados para generar modelos digitales de terreno y superficie, así como otros productos derivados como acumulación de flujo, pendientes y curvas de nivel, identificando corredores preferenciales y áreas de potencial conectividad mareal [2]. Las imágenes multiespectrales se usaron para calcular índices de vegetación (NDVI). La biomasa aérea se estimó a partir de parcelas de campo mediante ecuaciones alométricas específicas para especies de manglar, y estos valores de referencia se emplearon para calibrar modelos predictivos que integraron métricas LiDAR (H95, densidad vertical, rugosidad del dosel) e índices espectrales. Como paso previo, se validó la correspondencia entre las alturas derivadas del LiDAR y las mediciones de campo para asegurar la solidez de los insumos estructurales [4,5].



Resultados y Discusión. La microtopografía derivada de datos LiDAR permitió identificar desniveles de apenas 5–15 cm, que condicionaban la desconexión hidrológica de bosques de manglar. La simulación de escenarios de rehabilitación mediante la apertura y restauración de cientos de metros lineales de canales evidenció que el flujo mareal incrementaría significativamente la frecuencia y extensión de la inundación en áreas previamente aisladas, restituyendo hidroperíodos favorables para las especies presentes en los sitios de restauración. Con base en la distribución de valores de NDVI se establecieron umbrales de referencia para evaluar el estado de conservación del manglar: degradado ($\text{NDVI} \leq 0.45$), en transición ($0.45 < \text{NDVI} < 0.60$) y conservado ($\text{NDVI} \geq 0.60$). Esta estratificación permitió identificar y cuantificar áreas prioritarias de restauración, particularmente aquellas clasificadas en el rango de transición, que representan zonas con alto potencial de recuperación hidrológica y estructural. Además de esta estratificación espectral, los análisis estructurales se complementaron con la validación de las alturas derivadas de LiDAR frente a mediciones de campo ($R^2 = 0.79$, $\text{RMSE} = 0.48$ m, error relativo = 9.5%), lo que confirma su viabilidad como insumo sólido para la estimación espacial de biomasa aérea. En conjunto, los resultados demuestran que la integración de sensores aerotransportados no solo respalda el diseño hidrológico de obras de rehabilitación, sino también la evaluación del potencial de recuperación estructural y funcional de los bosques de manglar.

Conclusiones. El uso combinado de LiDAR y sensores multiespectrales a bordo de VANT constituye una estrategia costo-efectiva y robusta para apoyar la restauración de manglares. La microtopografía derivada del LiDAR proporciona insumos clave para la rehabilitación de canales y la restitución de hidroperíodos, mientras que la integración espectral–estructural mejora la estimación de biomasa aérea y la evaluación del éxito ecológico de las intervenciones, ofreciendo una base replicable para programas de restauración costera y el monitoreo adaptativo en otras regiones del Golfo de México y del Caribe.

Agradecimientos. Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto GEF-PNUMA 6952 y del proyecto Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (PAE-GdM), con apoyo de la UABC, INECOL, UNAM y ATEC, así como de las comunidades locales que facilitaron el acceso a los sitios de monitoreo.

Referencias.

1. Lovelock, Barbier, Duarte (2022) Tackling the mangrove restoration challenge. *PLoS Biol* 20(10).
2. Charoenlerkthawin, Bidorn, et al (2024) Evaluating the effectiveness of Mangrove rehabilitation: A novel approach for sustainable coastal management, *Journal of Environmental Management* 365(2024).
3. Zhu, Hou, Weng, Chen (2019) Integrating UAV optical imagery and LiDAR data for assessing the spatial relationship between mangrove and inundation across a subtropical estuarine wetland. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* (149)
4. Li, Bonebrake, Michalski, et al (2023). Combining multi-temporal airborne LiDAR and Sentinel-2 multispectral data for assessment of disturbances and recovery of mangrove forests. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 291 (2023).
5. Salum, Souza-Filho, Simard et al (2020). Improving mangrove above-ground biomass estimates using LiDAR. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (236).

Situación actual en la gestión de residuos sólidos y aguas residuales domésticas en comunidades costeras del Golfo de México

Aguilera Cauich Erick Alberto, Martin López Mariana, Rojas Herrera Rafael y Cabañas Vargas Dulce Diana

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

(erick.aguilera@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El Golfo de México es una región de gran importancia económica y ecológica, con una gran diversidad de ecosistemas costeros como: manglares, lagunas, playas y humedales. Para la República Mexicana este abarca cinco estados: Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, y Yucatán, donde las principales actividades económicas son: la pesca, el turismo y la industria petrolera. Otra característica de importancia es biodiversidad que alberga, representada en por 20 áreas naturales protegidas y 14 sitios RAMSA. Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en México se generan diariamente 120,128 toneladas de residuos, de los cuales se recolecta el 83.93% y se disponen en sitios de disposición final el 78.54%, reciclando únicamente el 9.63% de los residuos generados [1]. A pesar del alto porcentaje de recolección y disposición final de residuos señalado por la SEMARNAT, diferentes estudios evidencian que el manejo de residuos sólidos municipales en todo México es un problema presente y persistente [2-4]. Para plantear la resolución de problemas, en cualquier nivel, es necesario contar un diagnóstico y conocer la percepción de los afectados, por lo tanto, el objetivo del estudio es generar un primer acercamiento sobre el manejo de residuos sólidos y aguas residuales en pequeñas comunidades costeras del Golfo de México y la percepción de sus habitantes sobre su situación respecto a estos.

Metodología. Se realizó un estudio transversal en siete comunidades costeras, con más de 500 habitantes y menos de 1000, a lo largo del Golfo de México en los estados de Campeche (2), Veracruz (2) y Yucatán (3), durante enero a noviembre de 2024. Se aplicaron *in situ* entrevistas semiestructuradas. Las casas habitación fueron seleccionadas al azar. La entrevista abordó temas sobre el manejo de residuos sólidos y aguas residuales en el hogar y sus comunidades. Para el análisis de la información cualitativa obtenida de las entrevistas los resultados fueron categorizados y codificados para posteriormente aplicar un análisis de estadística descriptiva.

Resultados y Discusión. Sobre el manejo de aguas residuales domésticas podemos señalar que, el 99% de las casas habitación cuentan con baños, pero solamente el 83% de estas presentan un sistema para el tratamiento de aguas residuales (sumidero o fosa séptica); es importante señalar que, las comunidades costeras se encuentran al nivel del mar y sus suelos son arenoso, por ello el mal manejo de estos residuos llega a los mantos freáticos.



Sobre el manejo de residuos sólidos domésticos, a pesar de la presencia de programas de recolección de residuos (PRR) se percibe en todas las comunidades estudiadas, el 79% de los habitantes no está conforme con el PRR señalando deficiencias, incluso evidenciando la presencia de basurero clandestinos en sus comunidades. A la falta de una eficiente recolección de residuos sólidos municipales quemar la basura es una solución realizada por el 50% de la población. Se observó que, más del 50% de la población tiende el hábito de vender o dar a reciclar PET. Por otra parte, el 68% de los restos de alimentos son usados para alimentar animales domésticos o en situación de calle

Conclusiones. Es necesario realizar estudios conducidos a determinar 1) Si los sistemas de tratamiento de aguas negras en los hogares están funcionando adecuadamente; y 2) Focalizar por comunidad la problemática de los PRR para promover soluciones. Los hábitos de venta y reciclaje de PET pueden dar paso a programas de reciclaje comunitario de este y otros productos. Las quemaduras de residuos es un problema generalizado que debe ser atendido. El uso de residuos de alimentos para la alimentación animal puede generar problemas con la proliferación de animales ferales o la invasión de fauna local.

Agradecimientos. Proyecto “Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México”, implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a través de la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS), y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)

Referencias.

- [1] De Anda-Trasviña A., García-Galindo E., Peña-Castañón A., Seminario-Peña J., Nieto-Garibay A. (2021) Residuos orgánicos: ¿basura o recursos? *Rec. Nat. y Soc.* Vol. (7): 19-42.
- [2] Marquez-Gonzales A., Ramos-Pantoja M. y Mondragón-Jaimes V. (2013) Percepción ciudadana del manejo de residuos sólidos municipales: El caso Riviera Nayarit. *Región y sociedad* Vol. (25): 87-121
- [3] Calderon-Tirado X. (2023) Propuesta de un plan de acción para la gestionar y mitigar residuos sólidos en el área costera de Mazatlan, Sinaloa. *Formación Estratégica* Vol. (8): pp 170-187.
- [4] Alonso-Marrufo, E. y Paz-Hernández, C. (2014) Generación y manejo de residuos sólidos en áreas naturales protegidas y zonas costeras: el caso de Isla Holbox, Quintana Roo. *Sociedad y Ambiente.* Vol (1): pp: 92-114.

Diseño del sistema de puesta a tierra en edificio de Tecnología de la Información en una Institución de Educación Superior

Lezama Zárraga Francisco Román, Shih Meng Yen, Chan González Jorge de Jesús,
Huchin Miss Mauricio Iván, Salazar Uitz Ricardo Rubén

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche, Predio s/n por Av. H. Lanz Cárdenas y Unidad Habit. Ecológica Ambiental, Col. Ex-Hacienda Kala, CP 24085, San Francisco de Campeche, Cam., México
frlezama@uacam.mx (autor de correspondencia)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Toda instalación eléctrica en baja tensión requiere ciertas características como la calidad, la confiabilidad, la continuidad y la seguridad para que opere de manera estable y brinde un servicio óptimo a los consumidores. Como parte de la seguridad y estabilidad en la tensión de una instalación eléctrica existe el sistema de puesta a tierra para asegurar la protección de las instalaciones y equipo eléctrico y sobre todo salvaguardar la integridad física de los operadores de dichas instalaciones y equipos cuando se presenten fallas en el sistema [1]. El **objetivo** de este trabajo es diseñar el Sistema de Puesta a Tierra de la Dirección General de Tecnologías de la Información de la Universidad Autónoma de Campeche que cumpla con las normas NOM-001-SEDE-2012 y IEEE-Std-81-2012 que tenga un valor de resistencia $\leq 10 \Omega$ [2], evitando así que las personas reciban descargas mortales y los equipos no sufran daños graves. De igual manera, el sistema de puesta a tierra evita fluctuaciones de la tensión que afecte a equipos sensibles como módems, switches, routers y servidores.

Metodología. Se inicia con el levantamiento físico a través de un recorrido por las instalaciones del sistema de puesta a tierra actual, identificando las condiciones en que se encuentran los conductores, los conectores, los electrodos de puesta a tierra y la trayectoria efectiva de puesta a tierra hacia los tableros de distribución y hacia los circuitos de alimentación y circuitos derivados. Seguidamente, se evalúan los niveles de resistividad del terreno e impedancia del conductor de puesta a tierra de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012, en su artículo 250 y con la IEEE-Std-81-2012. Con la información obtenida se desarrolla la propuesta del sistema de puesta a tierra.

Condiciones actuales. El sistema de puesta a tierra de tres electrodos conectados en delta no cumple con la separación mínima entre ellos de 2 m., en nuestro es de 60 cm. Esto se muestra en la figura 1a), los electrodos están corroídos sin soldadura exotérmica y sin conector mecánico con conductor 10 AWG. Uno de ellos presenta soldadura exotérmica pero ya dañada, véase la figura 1b). El valor promedio de resistencia que se midió es de 18.4Ω , con una distancia entre electrodos de 3 m. y con un diámetro de la varilla de 0.013 m. incumpliendo con lo solicitado por la IEEE-Std-81-2012; seguidamente, se obtuvo el valor de la resistividad igual a $52.65 \Omega \cdot m$, cumpliendo el valor para terreno arcilloso, de acuerdo con la tabla de valores normativos [3] para terreno arcilloso, el cual está entre un rango de 20 a $260 \Omega \cdot m$.

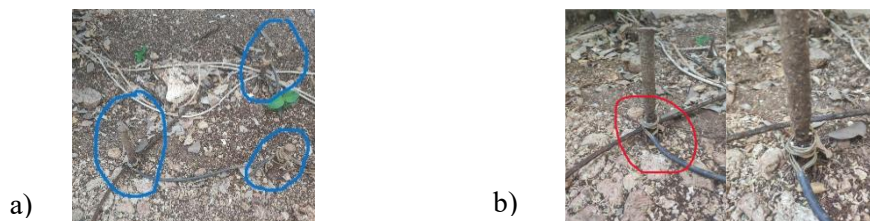


Fig. 1. Sistema de puesta a tierra en Delta a 60 cm de distancia entre electrodos, b) Conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra sólo amarrado y con el conductor de puesta a tierra con calibre 10 AWG.

Resultados y Discusión. Partiendo de la potencia de corto circuito de 800 MVA, se calcula la corriente de cortocircuito de 33.469 kA y para el diseño del sistema de puesta a tierra se obtiene la corriente de falla simétrica eficaz igual a 43.51 kA. La sección transversal del conductor de cobre, en mm^2 , para el sistema de tierra requerida, en función de la elevación de temperatura de corto tiempo, la magnitud y el tiempo de duración de la falla, se determinó con IEEE Std 81-212 y fue $A_T = 105.17 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Cal } 4/0 \text{ AWG}$, siendo este calibre idóneo por su resistencia mecánica, mejor conductividad tanto eléctrica como térmica y sobre todo por ser resistente a la corrosión al estar enterrados. La tensión de paso calculada para una persona de 50 kg es $E_{\text{paso}} = 185.5 \text{ V}$ y la tensión de contacto para el mismo peso es $E_{\text{contacto}} = 169.37 \text{ V}$. Estos valores cumplen con los límites normativos de la IEEE-Std-81-2012. Finalmente, el diseño del sistema de puesta a tierra es una malla constituida por 5 conductores transversales, y 4 conductores longitudinales separados @1 m. y con una longitud total de 32 m. Los electrodos conectados a la malla son 4 piezas. La malla será enterrada a 0.6 m., con resistencia de 3.4Ω .

Conclusiones. Se diseñó e implementó un sistema de puesta a tierra bajo condiciones de seguridad y confiabilidad en la Universidad Autónoma de Campeche con el fin de proporcionar condiciones de seguridad a las personas y equipos que operan en la instalación eléctrica en baja tensión. Se demuestra que al implementar estas medidas las condiciones de seguridad son confiables para los seres humanos y los equipos y se estabilizó el nivel de tensión en 220/127 V.

Agradecimientos. Los autores agradecen el apoyo de la Universidad Autónoma de Campeche para que sus investigadores difundan sus proyectos de investigación en eventos científicos como el CONFIQ-11.

Referencias.

1. Velasco Solís, J. (2007). Entendiendo el sistema de tierras basado en la NOM. México: Ingeniería Mecánica Industrial.
2. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (2012). *Norma ANSI/IEEE-Std-81-2012, IEEE Guide for Measurement of Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems*. USA.
3. Markiewicz, H. & Klajn, A. (2003). *Puestas a tierra y EMC*. Wroclaw University of Technology. Reino Unido; Leonardo Power Quality Initiative.

Efecto toxicológico de extractos acuosos de sargazo fresco y en descomposición en organismos modelo: *Danio rerio* y *Daphnia magna*

Arceo Avalos Ana Paula^a, Colli Dulá Reyna Cristina^b, Héctor Arturo Peniche Pavía^{b,c}

^aInstituto Tecnológico de Mérida. C. 10, Plan de Ayala, Mérida, Yuc., 97118.

^bDepartamento de recursos del mar, Centro de Investigación y estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73, Cordemex, 97310. Mérida, Yucatán.

(anapaula.av04@gmail.com; rcolli.dula@cinvestav.mx; hector.peniche@cinvestav.mx)

Área de incidencia: Energía y medio ambiente

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Desde el año 2011, el Caribe mexicano enfrenta arribazones de *Sargassum*, principalmente *S. natans* y *S. fluitans*, impulsadas por el viento y corrientes marinas. Estas acumulaciones generan toneladas de biomasa diaria, cuyo manejo y confinamiento son ineficientes [1]. Durante su descomposición liberan gases tóxicos como ácido sulfhídrico y amoníaco, afectando ecosistemas costeros y representando riesgos para la salud pública [2]. La magnitud del problema exige estudios científicos que evalúen los impactos toxicológicos del sargazo. Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar el efecto toxicológico de extractos acuosos de sargazo fresco y en descomposición, para ello se emplearon dos organismos modelo: *Danio rerio* y *Daphnia magna*.

Metodología. Se realizaron pruebas de toxicidad en *Danio rerio* y *Daphnia magna* para evaluar el efecto de extractos acuosos de sargazo. Las muestras se prepararon mediante molienda, ultrasonido, centrifugación, filtrado, liofilización y reconstitución en agua bidestilada. Con *Daphnia magna*, se usó el kit DAPHTOXKIT F, empleando dicromato de potasio como control positivo y extractos de *S. natans* I, *S. natans* VIII, *S. fluitans* III y biomasa en descomposición, con monitoreo cada 24 h por 48 h. En *Danio rerio*, se siguió la guía OCDE 202, con control positivo de 3,4-dicloroanilina; se obtuvieron embriones mediante inducción de desove, y se evaluó la exposición a extractos de *S. fluitans* III y biomasa en descomposición durante 96 h, registrando mortalidad y alteraciones morfológicas. El objetivo fue detectar toxicidad a 100 mg/L en organismos modelo.

Resultados y Discusión. Durante los monitoreos de la prueba de toxicidad con *Daphnia magna* no se registró ningún efecto toxicológico ocasionado por la exposición a los extractos de sargazo, al cumplirse el periodo de 48 horas la mortalidad fue del **0%** para todos los extractos analizados lo que corresponde a una CE₅₀ superior a los 100 mg/L. El organismo siguió su desarrollo de manera normal sin ninguna complicación (Fig. 1) lo que demuestra la inocuidad del extracto a dicha concentración.

Los resultados obtenidos durante la prueba de toxicidad embrionaria con *Danio rerio* mostraron que al cumplirse las primeras 24 horas los embriones correspondientes al control negativo y al extracto de *S. fluitans* III seguían viables y no presentaban ningún signo de respuesta tóxica ante la solución. Por otro lado, se observó una mortalidad del **100%** en las soluciones de control positivo y el extracto de sargazo en descomposición (Fig 2). A las 48 horas de exposición el porcentaje de embriones viables seguía siendo del 100%, a las 72 horas se pudo apreciar el desarrollo del tejido embrionario lo que confirmó la viabilidad

del organismo. Si bien no se registró mortalidad significativa en el extracto de *S. fluitans III* a las 96 horas cumplidas, se pudo observar algunos embriones eclosionados con **alteraciones morfológicas** (Fig. 3 y 4) en cola y estructura vertebral.



Figura 3. Individuo de *Daphnia magna* a las 48 h de exposición a *S. natans I*.

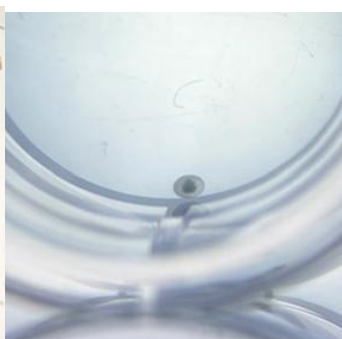


Figura 1. Embrión expuesto a sargazo descompuesto

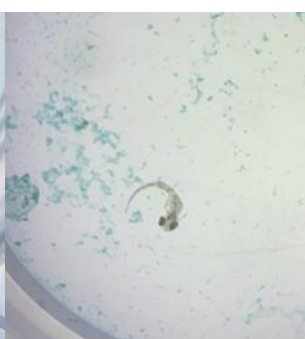


Figura 3. Embrión eclosionado expuesto a *S. fluitans III*



Figura 4. Embrión con alteraciones morfológicas

Conclusiones. Los resultados en conjunto evidencian que tanto el sargazo fresco como el descompuesto representan un riesgo para los organismos acuáticos en etapas tempranas de desarrollo. Sugiere que el sargazo descompuesto tiene un mayor potencial tóxico en comparación con el sargazo fresco, posiblemente debido a la liberación de compuestos durante el proceso de descomposición. Este hallazgo refuerza la necesidad de gestionar adecuadamente las acumulaciones de sargazo en ambientes costeros e impulsar la actualización de marcos normativos que incorporen riesgos químicos y biológicos, ya que su degradación natural podría tener consecuencias ecológicas y de salud graves.

Agradecimientos. Un grato agradecimiento a la doctora Reyna Cristina Collí Dulá, cuyo asesoramiento y apoyo fue clave para el desarrollo del presente trabajo, igualmente al Cinvestav Unidad Mérida por permitir el uso de sus instalaciones y equipos de laboratorio.

Referencias.

1. Ortegón Aznar, I., & Ávila Mosqueda, V. (2020). Arribazón de sargazo en la península de Yucatán: ¿Problema local, regional o mundial? *Bioagrociencias*, 13(2), 28–37. Recuperado de <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/viewFile/3535/1518>
2. United States Environmental Protection Agency. (2025, February 5). Sargassum Inundation Events (SIEs): Impacts on human health. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/habs/sargassum-inundation-events-sies-impacts-human-health>

Diseño y evaluación *in silico* de una terapia de knockout con CRISPR contra *TERT* para cáncer de pulmón

Sabido Tzec Paula Miranda

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97203.
(pm.sabido26@gmail.com)

Área de incidencia: Investigación en terapia celular

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El cáncer de pulmón es el segundo tipo más común a nivel mundial y principal causa de muerte por cáncer, siendo el de células no microcíticas (NSCLC) el de mayor incidencia, con un 87% de los casos [1]; entre sus tratamientos se encuentran las quimioterapias, inmunoterapias y cirugía, siendo las más eficaces las terapias dirigidas, cuyo desarrollo es lento y su principal obstáculo es la aparición de resistencia por mutación en los genes diana [2]. Diversos estudios indican que la telomerasa se encuentra activa en este, y otros cánceres, ocasionando la desregulación del ciclo celular al promover la supervivencia. La telomerasa transcriptasa reversa (TERT) es la subunidad catalítica de la telomerasa y principal responsable de su activación, por lo que la co-mutación del gen *TERT* se asocia a una mala prognosis debido a su recurrencia en etapas avanzadas y casos de metástasis [3]. Por ello, la edición génica representa una alternativa como tratamiento en etapas avanzadas; el sistema CRISPR-Cas se ha utilizado con anterioridad en estudios similares contra oncogenes como *EGFR*, *KRAS* y *BRAF*, donde los resultados han sido prometedores y han demostrado no ocasionar resistencia al tratamiento, aunque no se ha explorado su uso contra *TERT*. En el presente se realizó el diseño *in silico* de una terapia de knockout de *TERT* para inhibir el crecimiento tumoral de manera específica y con baja toxicidad. Se reemplazaron elementos del vector pAC2-dual-dCas9VP48-sgExpression para adecuarlo al ambiente de las NSCLC, seleccionando UTRs de la proteína surfactante C, específica para pulmón, junto al promotor *TERT*, específico de células que sobreexpresan el gen; se reemplazó la dCas9 por SpCas9 para inactivar la transcripción de *TERT*. Objetivo: Diseñar un modelo *in silico* de un vector viral para una terapia de knockout con CRISPR-Cas9 de *TERT* en NSCLC.

Metodología. El vector pAC2-dual-dCas9VP48-sgExpression (Addgene #48236) fue modificado *in silico* reemplazando los componentes del sistema CRISPR-dCas9. El ARN guía se obtuvo con el sitio web CHOPCHOP, utilizando los parámetros default. Se reemplazó la dCas9 por la secuencia optimizada para humanos de SpCas9 estándar de VectorBuilder con el tag 3xFLAG y NLS; a su vez, se introdujo el promotor *TERT* y UTRs de la proteína surfactante C, expresada en pulmón, obtenidas de UTRdb. La secuencia Kozak, scaffold, señal de poliadenilación y demás necesarias para la replicación del vector fueron conservadas. El vector fue ensamblado y analizado con ApE. El análisis off-target se realizó por BLAST y CHOPCHOP.

Resultados y Discusión. El ARN guía obtenido fue CTACGGGGTGCTCCTCAAGA, con un contenido de GC del 60%, eficiencia del 65.77% y NGG como secuencia PAM, sin mismatch en humanos comprobado por BLAST y determinado por CHOPCHOP. Se obtuvo el vector de la figura 1 de ~8.2 kb. El sistema CRISPR se encuentra compuesto por el promotor U6 y un sgRNA dirigido al segundo exón de *TERT*; para la proteína SpCas9 se añadió el promotor *TERT*, regiones UTR optimizadas para pulmón, como contramedida para los efectos off-target, y señal de poliadenilación para mayor estabilidad. Con ApE se determinó que tres enzimas de restricción son adecuadas para las modificaciones del backbone original: *Bbs*I (sitios separados por 2 pb), *Xba*I y *Eco*RI.

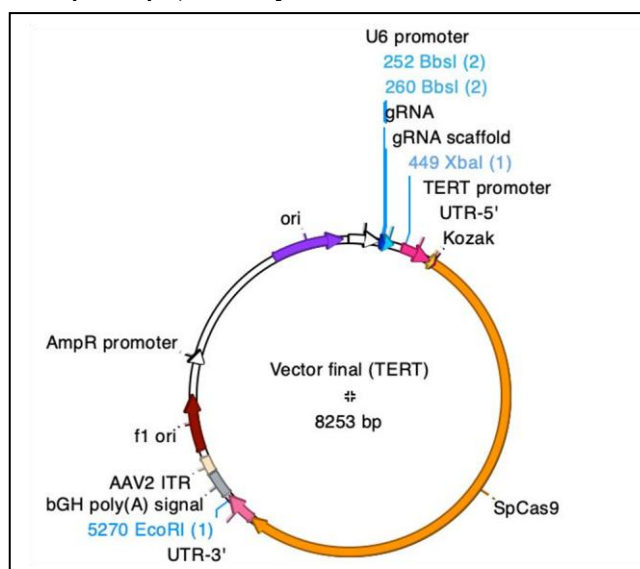


Fig. 1. Diseño *in silico* de un vector terapéutico para el knockout de *TERT* en células de cáncer de pulmón no microcíticas.

Conclusiones. El diseño *in silico* sugiere una alta especificidad para células de cáncer de pulmón que sobreexpresan *TERT*, con una buena eficiencia en el knockout, al dirigirse a los primeros exones, y adecuada estabilidad para Cas9. El análisis de efectos off-target indica una baja toxicidad en humanos.

Agradecimientos. Me gustaría extender un agradecimiento a mis profesores de la universidad, que con mucha paciencia y apoyo me han guiado en la estructuración del presente proyecto.

Referencias.

1. American Cancer Society. (2025). *Key Statistics for Lung Cancer*. <https://www.cancer.org/cancer/types/lung-cancer/about/key-statistics.html>
2. Alduais, Y., Zhang, H., Fan, F., Chen, J. & Chen, B. (2023). Non-small cell lung cancer (NSCLC). A review of risk factors, diagnosis, and treatment. *Medicine*. **102**(8). <https://doi.org/10.1097/md.00000000000032899>
3. Yang, L., Wang, M., Li, N., Yan, L-D., Zhou, W., Yu, Z-Q., Peng, X-C., Cai, J. & Yang, Y-H. (2023). TERT Mutations in Non-Small Cell Lung Cancer: Clinicopathologic Features and Prognostic Implications. *Clin Med Ins: Onc*. **17**: 1-8. <https://doi.org/10.1177/11795549221140781>

Diseño in silico de un siRNA candidato para su aplicación en terapia génica para el tratamiento del acné vulgar

Arjona Neri César Eduardo, Rivera Solís Rodrigo Arturo, Rojas Herrera Rafael

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, C.P. 97203.

(a20215689@alumnos.uady.mx, rodrigo.rivera@correo.uady.mx, rafael.rojas@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Investigación en terapia celular

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El acné es uno de los trastornos cutáneos más frecuentes, afectando principalmente a adolescentes y adultos jóvenes. Su origen está estrechamente ligado a factores hormonales, siendo la dihidrotestosterona (DHT) un andrógeno clave en su desarrollo. Esta hormona se forma a partir de la testosterona por acción de la enzima esteroide 5 alfa-reductasa tipo 2 (SRD5A2), que se expresa en los sebocitos de la glándula sebácea [1], que son el escenario donde se desarrolla el acné. La activación de estas células por la DHT estimula su proliferación y la producción de lípidos, generando un sebo con alteraciones en cantidad y composición, favoreciendo la obstrucción folicular, la proliferación de *Cutibacterium acnes* y la aparición de una respuesta inflamatoria [2], por lo que la inhibición de SRD5A2 representa una estrategia terapéutica prometedora en el tratamiento del acné. La tecnología de ribointerferencia, que consiste en el uso de ARN pequeños interferentes (siRNA), ha demostrado ser una herramienta eficaz para silenciar genes específicos. Los siRNA son fragmentos de ARN bicatenario de 20-24 nucleótidos que, al integrarse en el complejo RISC, inducen la degradación de ARNm complementarios, bloqueando la síntesis proteica. Esta tecnología ofrece alta especificidad, posibilidad de actuar sobre genes previamente inaccesibles y efectos duraderos con dosis mínimas [3]. El objetivo de este trabajo fue diseñar in silico un siRNA candidato dirigido al silenciamiento de la enzima SRD5A2 como potencial herramienta de terapia génica en el tratamiento del acné vulgar.

Metodología. Se diseñaron varios siRNAs con distintos software como siDirect, Invitrogen siRNA designer, OligoWalk y RNA wizard, tomando como base la secuencia de ARNm humano de SRD5A2 (número de acceso: NM_000348, obtenida de la base de datos NCBI). Se seleccionó el mejor candidato de acuerdo con los criterios de Fakhr et al. [4]. Se empleó la herramienta BLAST para detectar efectos fuera del blanco (off-targets). Posteriormente, se diseñó el shRNA utilizando BLOCK-iT™ RNAi Designer.

Resultados y Discusión. De los 34 siRNA diseñados, se seleccionó el candidato más prometedor con base en los criterios de eficacia propuestos. El modelo del shRNA correspondiente a esta secuencia se muestra en la Figura 1. Tras su introducción en la célula, el shRNA es procesado por la enzima Dicer, generando un siRNA maduro que es incorporado al complejo RISC, que corta el tallo generando el siRNA de doble cadena. Posteriormente, la enzima Argonauta (AGO), componente central del complejo RISC, selecciona e incorpora la cadena guía, permitiendo el reconocimiento y la unión específica al nucleótido 445 del

ARNm diana, lo que bloquea la síntesis de SRD5A2. Este siRNA mostró un desempeño sobresaliente in silico, acumulando la mayor puntuación total (18 puntos de 22) al cumplir con un mayor número de parámetros clave, tales como el emparejamiento asimétrico, la presencia de un valle energético en los nucleótidos 9.º al 14.º de la cadena sentido, la ausencia de estructuras secundarias internas, y características de secuencia favorables en posiciones críticas del ARN. Además, presentó una probabilidad de eficiencia de 0.936864, según el análisis computacional de OligoWalk, y no se detectaron off-targets en el análisis realizado con BLAST, lo que refuerza su especificidad y seguridad como herramienta de silenciamiento génico.

Secuencia:

5'-CACC^{rojo}GGTGTCTTCTTATTTATTT^{verde}CGAAA^{morado}AATAAGAAGAC^{gris}CCUU-3'

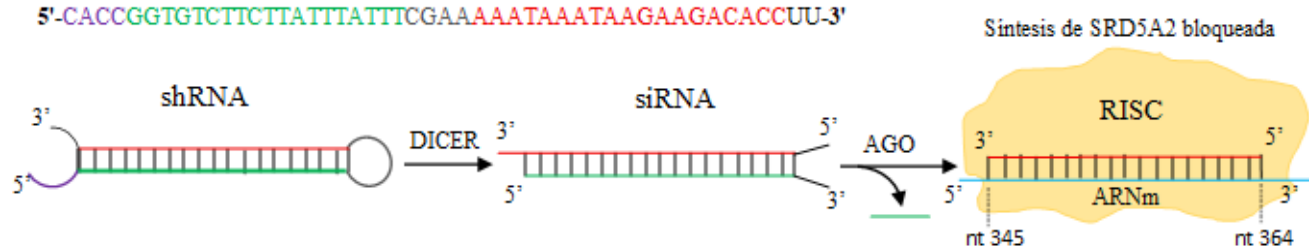


Figura 1: Silenciamiento de la síntesis de SRD5A2 a partir del shRNA diseñado. Se observa la secuencia de la cadena guía (rojo), cadena pasajera (verde), linker (morado), bucle (gris) y la secuencia objetivo (azul) del ARNm de SRD5A2.

Conclusiones. A través del análisis bioinformático de 34 candidatos generados por distintos programas, se seleccionó una secuencia con alta probabilidad de eficiencia, ausencia de efectos fuera del blanco y cumplimiento de criterios estructurales y funcionales. El diseño del correspondiente shRNA permite su potencial aplicación en estudios in vitro o in vivo mediante tecnologías de silenciamiento génico sostenido. Estos resultados respaldan el uso del RNA de interferencia como una herramienta efectiva y específica para modular la expresión de genes clave en la fisiopatología del acné, como SRD5A2.

Referencias.

1. Behayaa, H., Juda, T., & Mohammed, S. (2022) The effect of androgen hormones in acne pathogenesis: A review. *Medical Journal of Babylon* 19 (3): 345–349. https://doi.org/10.4103/MJBL.MJBL_88_22
2. Del Rosso, J., & Kircik, L. (2024) The cutaneous effects of androgens and androgen-mediated sebum production and their pathophysiologic and therapeutic importance in acne vulgaris. *Journal of Dermatological Treatment* 35 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1080/09546634.2023.2298878>
3. Rosa, J., Suzuki, I., Kravicz, M., Caron, A., Pupo, A., Praça, F., & Bentley, M. (2018) Current Non-viral siRNA Delivery Systems as a Promising Treatment of Skin Diseases. *Current Pharmaceutical Design*, 24 (23): 2644–2663. <https://doi.org/10.2174/1381612824666180807120017>
4. Fakhr, E., Zare, F., & Teimoori-Toolabi, L. (2016) Precise and efficient siRNA design: A key point in competent gene silencing. *Cancer Gene Therapy* 23 (4): 73–82. <https://doi.org/10.1038/cgt.2016.4>

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

Ulibarri-Viniegra Valeria^a, Flores-Ponce Xóchitl^b, Velasco-Velázquez Iván^b, Carrillo-Cocom Leydi M.^a, Nic-Can Geovanny I.^c

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5. Mérida, Yucatán, CP 97302.

^bDepartamento de Neurodesarrollo y Fisiología, Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, CP 04510.

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

(A14001700@alumnos.uady.mx, valeriaulibarri@hotmail.com)

Área de incidencia: Investigación en terapia celular

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Las células troncales derivadas de la pulpa dental (CTPD) son consideradas candidatas ideales para la generación de células pluripotenciales inducidas (iPSC) por su accesibilidad y características desdiferenciadas [1]. Sin embargo, la inducción de pluripotencia en las CTPD es ineficiente, principalmente por barreras epigenéticas [2]. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sobreexpresión de moduladores epigenéticos (KDM4A y TET1) y factores transcripcionales (OCT4 y SOX2) sobre la reprogramación celular de CTPD.

Metodología. El tejido dental se obtuvo de un tercer molar de un paciente de 10 años, previo consentimiento informado acorde con el protocolo aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” (CIE 06-2017). Las CTPD se sometieron a sobreexpresión de moduladores epigenéticos (KDM4A y TET1) y factores transcripcionales (OCT4 y SOX2) previo a la reprogramación celular con medios embriogénicos (hESC, TeSR1 y TeSR-E7) en presencia de moléculas inductoras, y se compararon con métodos no integrativos como Virus Sendai y plásmidos episomales que codifican para OCT4, SOX2, KLF4 (OSK); LIN28, L-MYC y shp53. Durante el proceso se monitorearon los cambios morfológicos y la presencia de marcadores pluripotenciales (OCT4, NANOG, SSEA4) mediante inmunofluorescencia. Además, se evaluó la expresión génica de OCT4, SOX2, KLF4 y c-MYC en diversos puntos de tiempo mediante qPCR. Los resultados de la expresión fueron utilizados para determinar diferencias significativas entre los tratamientos mediante la prueba t de Student usando el software GraphPad Prism ($p < 0.05$).

Resultados y Discusión. Aunque los ensayos de sobreexpresión indujeron un aumento en la expresión de genes pluripotenciales durante el inicio de reprogramación, este perfil no se sostuvo durante dicho proceso. Además, el pretratamiento de las CTPD transfectadas y cultivadas con hESC en presencia de moléculas inductoras condujo a la formación de adipocitos. Por otro lado, los tratamientos de coexpresión evaluados en TeSR1 y TeSRE-7 no alcanzaron la pluripotencia. Por el contrario, la transducción con Virus Sendai

(OSKM) produjo una reprogramación rápida pero inestable, mientras que el uso de plásmidos episomales que incluyen a OSK, LIN28, L-MYC y shp53, permitió la generación de colonias pluripotentes y el mantenimiento estable de marcadores asociados al proceso (Fig. 1).

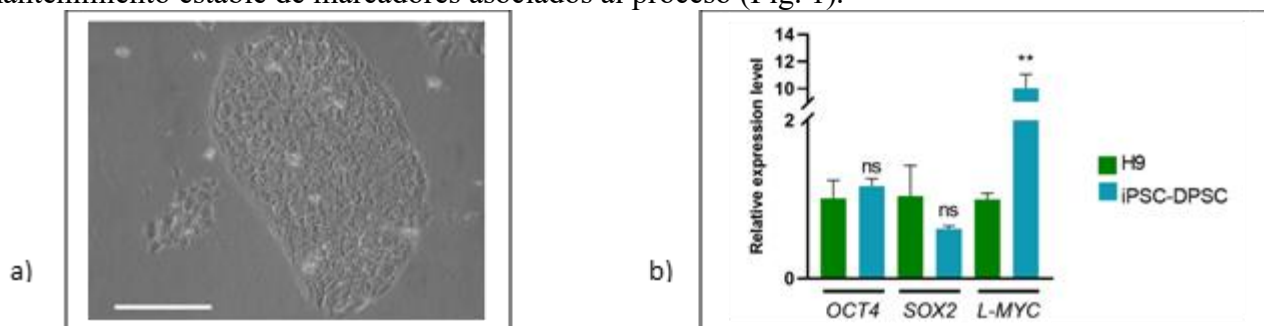


Fig. 1. Inducción pluripotencial en CTPD. a) Morfología esperada en las colonias aisladas (segundo pasaje), b) Análisis de expresión de las iPSC derivadas de CTPD (iPSC-DPSC) en comparación con los niveles del control (línea embrionaria H9). En este caso, ns (no significativo): $p > 0.05$, **: $p \leq 0.01$.

Los hallazgos resaltan la complejidad de reprogramar CTPD, probablemente por retención de memoria epigenética que bloquea la transición mesenquimal-epitelial, impidiendo el establecimiento del ambiente pluripotente. Las CTPD transducidas, a pesar de presentar los marcadores, fueron inestables y revertidas. Sin embargo, la incorporación de factores determinantes como LIN28, L-MYC y la inhibición de p53 conllevó a la activación de NANOG y a la pluripotencia.

Conclusiones. La modificación del paisaje epigenético puede activar o reprimir la actividad transcripcional, modificando la decisión celular. Por lo tanto, la combinación de efectores epigenéticos puede reactivar diversos programas como el adipogénico, pero la optimización de vectores de entrega y factores transcripcionales clave pueden derivar en la formación de iPSC estables en CTPD.

Agradecimientos. La presente investigación es financiada por SECIHTI en el marco del programa FOSEC SEP-INVESTIGACIÓN BÁSICA (proyecto No. A1-S-38758) y Cátedras-CONAHCYT (Proyecto No. 1882). Con el apoyo de una beca SECIHTI No. 4010490.

Referencias.

1. Mercado-Rubio, Pérez-Argueta, Zepeda-Pedreguera, Aguilar-Ayala, Peñaloza-Cuevas, Kú-González, Rojas-Herrera, Rodas-Junco, y Nic-Can (2021) Similar Features, Different Behaviors: A Comparative In Vitro Study of the Adipogenic Potential of Stem Cells from Human Follicle, Dental Pulp, and Periodontal Ligament. *Journal of Personalized Medicine* 2021. **11** (8): 738, 11(8), 738.
2. Soda, Saitoh, Murakami, Inada, Iwase, Noguchi, Shibasaki, Kurosawa, Sawami, Terunuma, Kubota, Terao, Ohshima, Hayasaki, Sato (2019) Repeated human deciduous tooth-derived dental pulp cell reprogramming factor transfection yields multipotent intermediate cells with enhanced iPS cell formation capability. *Scientific Reports*. **9**(1):1–13.

La reprogramación celular mediante moduladores de la cromatina induce adipogénesis en células de la pulpa dental

Flores Cime Helena Yolanda¹, Carrillo Cocom Leydi Maribel¹, Nic Can Geovanny Irán²

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida 97203, México

²SECIHTI-Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida 97203, México

(a18000948@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Investigación en terapia celular

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La modulación adecuada del epigenoma parece ser mecanismo crucial para inducir la identidad celular somática hacia un estado pluripotente. A partir de este principio, se han desarrollado estrategias de reprogramación celular basadas en la expresión ectópica de factores de transcripción como OCT4, SOX2, KLF4 y c-MYC (OSKM) para generar células pluripotentes inducidas (iPSC) [1]. Sin embargo, la baja eficiencia de reprogramación, independiente de la línea celular, que presentan las metodologías convencionales ha motivado el uso de moléculas químicas que estimulan la reestructuración de la cromatina al tener como objetivo marcas asociadas al mantenimiento de la identidad celular [2]. De ahí que el uso de modelos biológicos, como las células troncales de la pulpa dental (CTPD), que expresan marcadores embrionarios como OCT4, NANOG y KLF4 [3], podría ser utilizada para modular el epigenoma con fines de incrementar su plasticidad celular. A partir de lo anterior, se plantea evaluar si la co-expresión de los genes OCT4 y TET1, un regulador maestro del estado celular embrionario y una enzima que desmetila el ADN, respectivamente [1,4], en conjunto con la inhibición de DOT1-L (una metiltransferasa de la histona H3K79) y KAT3A/3B (Acetiltransferasas de la histona H3) mediante los fármacos SGC0946 y SGCCBP30, respectivamente, favorece la reorganización de la cromatina e induce la reprogramación celular en CTPD.

Metodología. Se realizó una co-transfección de los plásmidos pcDNA3.3_OCT4 y FH-TET1-pEF en células troncales de pulpa dental de un primer molar exfoliado de un niño de 10 años (IMH10) en proporción 1:1. Para estabilizar la línea celular, se aplicó una selección con Geneticina (G418) a una concentración de 25 µg/mL. Los niveles de expresión de OCT4 y TET1 fueron verificados mediante qPCR. Esta línea celular (IMH10-OT) fue tratada con medio embrionario (hESC), y medios de mantenimiento e inducción de iPSC, respectivamente, como TeSR1 y TeSR-E7, todos suplementados con fármacos SGC0946 Y SGCCBP30, manteniéndose grupos control sin tratamiento. Posterior a los 20 días de tratamiento, se realizó RT-PCR para verificar la presencia de marcadores adipogénicos (PPAR γ , ADIPOQ, FABP4) para los tratamientos con medio hESC, marcadores de pluripotencia (OCT4, SOX2, KLF4, c-MYC) para los tratamientos con medios TeSR1 y TeSR-E7, así como del modulador epigenético (TET1), utilizando el gen GAPDH como un control interno.

Resultados y Discusión.

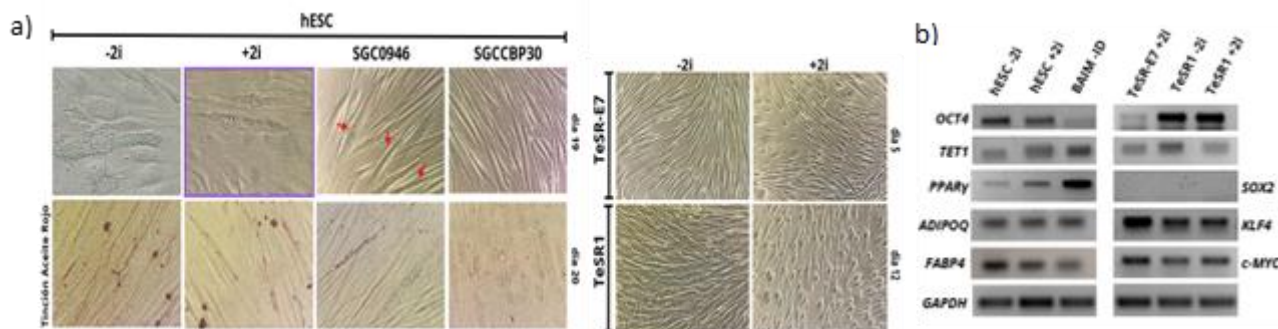


Fig. 1. Evaluación morfológica y molecular de la reprogramación celular. a) Resultados morfológicos de las CTPD co-transfectadas y bajo tratamiento con los fármacos b) Expresión de marcadores adipogénicos y marcadores de pluripotencia de las CTPD co-transfectadas bajo condiciones de cultivo similar. -2i: sin inhibidores, +2i: SGC0946 y SGCCBP30

Los moduladores epigenéticos como DOT1-L y las acetiltransferasas KAT3A/B, fungen como barreras que mantienen fuertemente la identidad celular [2]. De ahí que su inhibición en combinación con la expresión forzada de los factores OSKM, incrementa la generación de colonias pluripotentes [2]. A pesar de lo anterior, se desconoce si esto es un mecanismo que puede ser aplicado de manera general a todos los tipos celulares. Sin embargo y de manera inesperada, se demostró que los tratamientos con medio embriogénico (hESC) más bien, facilitaron la diferenciación hacia el linaje adipogénico, evidenciada por la presencia de gotas lipídicas teñidas con aceite rojo (Figura 1a). Además, los inhibidores parecen actuar de manera sinérgica ya que al remover las barreras epigenéticas estabilizan el programa adipogénico mediante la expresión de marcadores adipogénicos como PPAR γ , ADIPOQ, FABP4 (Figura 1b), aun en ausencia de los inductores clave de dicho proceso como IBMX o Dexametazona. Por otro lado, los tratamientos con medios de inducción y mantenimiento de iPSC en presencia o ausencia de los inhibidores, no son suficientes para inducir la red de pluripotencia, denotado particularmente por la ausencia de SOX2 factor de transcripción que juega un papel sinérgico muy importante con OCT4 [5], en todos los tratamientos (Fig. 1b), así como por la ausencia de colonias pluripotentes.

Conclusiones. La co-expresión estable de OCT4 y TET1 en combinación con inhibidores de DOT1-L y KAT3A/B no logra generar iPSC, pero si adipocitos, incluso en ausencia de inductores clásicos (IBMX y Dexametazona). Esto sugiere que la eliminación de la identidad celular somática expone determinados loci que conducen a la adipogénesis.

Agradecimientos. La presente investigación es financiada por el SECIHTI proyectos de Ciencia Básica (A1-S-38758) y de Frontera (CF 2023-I-1680).

Referencias.

1. Takahashi, Yamanaka. (2006). Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblasts Cultures by Defined Factors. *Cell*. **126**(4): 663-676
2. Ebrahimi, et al. (2019). Bromodomain inhibition of the coactivators CBP/EP300 facilitate cellular reprogramming. *Nat Chem Bio*. **15**(5): 519-528
3. Rodas, et al. (2017). Stem Cells from Dental Pulp: What Epigenetics Can Do with Your Tooth. *Front Physiol*. **8**: 999
4. Arabaci, et al. (2020). Going up the hill: chromatin-based barriers to epigenetic reprogramming. *FEBS J*. **288**(16): 4798-4811
5. Aguirre, et al. (2023). Application of the Yamanaka Factors Oct4, Sox2, Klf4, and c-Myc from the Laboratory to the Clinic. *Genes*. **14**(9): 1697



Evaluación citotóxica preliminar del extracto metanólico de las hojas de *Melicoccus oliviformis* (Kunth)

Suárez-Casanova Gillian^a, Carrillo Cocom Leydi^b, Arroyo Herrera Ana Ly^a, Borges-Argaez Rocío^c, Arana-Argaez Victor^a, y Villa-de la Torre Fabiola^a

^aLaboratorio de Farmacología, Facultad de Química, UADY. Calle 43 s/n x 96 Paseo de las Fuentes. Col. Inalámbrica. Cp. 97069, Mérida, Yucatán, México.

^bLaboratorio de Biotecnología y Microbiología, Facultad de Ingeniería Química, UADY. Periférico Norte, kilómetro 33.5 Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203. Mérida, Yucatán, México.

^cLaboratorio de Química de Productos Naturales, Unidad de Biotecnología, CICY. C. 43 No. 130-x 32 y 34 Col, Chuburná de Hidalgo, Pinzón II, 97205. Mérida, Yucatán, México.
(a18019551@alumnos.uady.mx y fabiola.villa@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Investigación en terapia celular

Modalidad solicitada: Oral en línea

Introducción. Gran parte de los compuestos citotóxicos empleados en farmacología, son provenientes de extractos vegetales. Muchos fármacos administrados durante las terapias antineoplásicas son provenientes de dichos extractos, asimismo, múltiples antimicrobianos presentan en su estructura metabolitos derivados de plantas. De modo que, el estudio de la actividad biológica de las especies vegetales consumidas por la población es de suma importancia para la búsqueda de nuevos compuestos farmacológicos. Múltiples especies vegetales conforman la flora de la Península de Yucatán; gran parte de estas especies son consumidas por la población, ya sea en platillos típicos o como remedios medicinales. No obstante, pocas de estas plantas han sido estudiadas y se desconocen las propiedades biológicas que pudieran presentar. *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk, basónimo de *Melicoccus olivaeformis*, conocido en la región como huaya india, el cual, además, es consumido por la población es una especie con potencial biológico por sus usos alimenticios, tradicionales y por su quimiotaxonomía. El objetivo es evaluar la actividad citotóxica y antimicrobiana del extracto metanólico de las hojas de la especie vegetal *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk, nativa de la península de Yucatán.

Metodología. En el presente trabajo, el extracto fue extraído a partir de las hojas de *Melicoccus olivaeformis* (Kunth) Radlk mediante maceración a temperatura ambiente con metanol durante 72 h, donde el sobrenadante fue filtrado y evaporado al vacío por medio de un evaporador rotatorio para la obtención del extracto orgánico. Asimismo, se evaluó la actividad citotóxica sobre las líneas celulares MCF-7, HeLa y fibroblastos humanos, por la técnica de MTT, así como la actividad hemolítica en eritrocitos humanos al 2% y a actividad antimicrobiana del extracto metanólico de las hojas de *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk.

Resultados y Discusión. Los resultados mostraron que el extracto presentó alta viabilidad celular en PBMCs a las diferentes concentraciones evaluadas. En lo que respecta a la actividad citotóxica contra las líneas celulares HeLa y fibroblastos MCF-7 se encontró actividad citotóxica concentración dependiente



(10,100,500,1000 µg/ml). Por otra parte, el ensayo de hemólisis demostró que el extracto MeOH (1-300 µg/ml) no es capaz de causar una importante lisis eritrocitaria (7%). Finalmente, los análisis antimicrobianos mostraron que el extracto en cuestión únicamente presenta sensibilidad ante la cepa de *Staphylococcus aureus*, siendo resistente para el resto de los microorganismos ensayados durante el estudio

Conclusiones. La evaluación citotóxica del extracto metanólico de las hojas de *Melicoccus oliviformis* (Kunth) Radlkl otorgó información para establecer una aproximación al estudio potencial de la especie vegetal. Se demostró que el extracto presenta actividad citotóxica concentración dependiente en las líneas celulares evaluadas, y actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus* convirtiéndolo en candidato para posibles futuros ensayos biológicos.

Agradecimientos. A Francisco Chi y Filogonio May por la colecta e identificación de las especies.

Referencias.

1. Juárez Méndez, M.E. (2019) Influencia del tipo de solvente y la concentración del extracto de *Melicoccus bijugatus* sobre películas antimicrobianas de quitosano-almidón. Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Altamira, Nuevo León.
2. Pinheiro, A.; Melo, D.; Macedo, L.; Freire, M.; Rocha, M.; Sidrim, J.; Brilhante, R.; Teixeira, E.; Campello, C.; Pinheiro, D.; Lima, M. (2009) Antifungal and marker effects of *Talisia esculenta* lectin on *Microsporum canis* in vitro. *Journal of Applied Microbiology*. 107, 2063-2069.
3. CONACYT, (2006). Programa de Manejo de la Reserva Estatal de Dzilam. Dzilam de Bravo, p.169.
4. Ayuntamiento de Mérida, (2018). Álbum informativo de árboles y palmas de Yucatán. Mérida, p.41.

Modificación estructural de quinonas aisladas del Aloe vera y su evaluación antiviral contra dengue

Aguiar-Pech Julio^a, Puerta-Guardo Henry^b, Borges-Argáez Rocío^a

^aUnidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Calle 43 Número 130 x 32 y 34, CP 97205, Mérida, Yucatán, México

^bLaboratorio de Virología, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), CP 97225, Mérida, Yucatán, México.
(aguiajulio1@hotmail.com)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Los virus transmitidos por artrópodos (arbovirus) son causantes del dengue (DENV). El virus se transmite por las picaduras de los mosquitos Aedes, siendo el vector principal de transmisión las hembras de estos mosquitos. En México causaron más de 125,000 casos en 2024, por lo que persiste como un problema de salud pública [1]. Los tratamientos actuales son principalmente paliativos. Los productos naturales (PN) han tenido alto impacto en el área de la salud, hasta el 2019 más del 50% de los medicamentos tenían su origen en algún PN. Se caracterizan por ser estructuras complejas frente a los medicamentos sintéticos. Los PN, como las antraquinonas y sus derivados representan estructuras privilegiadas que han mostrado actividad biológica contra arbovirus. Estudios fitoquímicos previos en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) lograron aislar de las raíces del Aloe vera la Aloesaponarina I (SAP), siendo el componente mayoritario, y la Aloe-emodina (AE), la cual destaca por su actividad antiviral [2]. En este trabajo se presenta la modificación estructural de estas quinonas, y su evaluación biológica contra el virus del DENV in vitro.

Metodología. Las raíces de A. vera se recolectaron en la comunidad de Hunxectamán (Umán), se secaron a 60°C y se molieron. El material seco se maceró con metanol por tres días y se concentró a presión reducida. Posteriormente se realizó una partición líquido-líquido con acetato de etilo (AcOEt) para extraer la mezcla de quinonas. Mediante cromatografía en columna se aisló SAP (300 mg) y AE (310 mg) [2]. Las quinonas (20 mg, 1 eq.) se hicieron reaccionar con seis cloruros de acilo (4 eq.) con diversos sustituyentes (Fig. 1) para obtener 12 ésteres derivados, las cuales se identificaron por RMN-¹H. Se evaluó la citotoxicidad de los derivados mediante el ensayo de MTT en células Vero, lo que permitió determinar los valores de CC₅₀. Seguidamente, se evaluó la actividad antiviral de los compuestos mediante el ensayo de reducción de focos (FNRT), utilizando los cuatro serotipos de DENV [3]. Los resultados se graficaron con el programa GraphPad para obtener los valores de inhibición (IC₅₀) (Fig. 1).

Resultados y Discusión. Los ensayos de citotoxicidad celular mediante MTT indicaron que los derivados de SAP y AE no presentaron toxicidad en concentraciones entre 250 µM y 1.9 µM. La baja toxicidad observada en este estudio de las antraquinonas, podrían atribuirse a su sistema conjugado que se extiende a través de los tres anillos aromáticos, estabilizando las cargas parciales de los grupos carbonilo,

reduciendo su reactividad química y limitando las interacciones con ciertos sitios activos de proteínas. Esto favorece interacciones más específicas, lo que contribuiría a su perfil de baja toxicidad. El ensayo antiviral mediante FNRT demostró que la mayoría de los derivados (12 de 15) inhibieron la infección por DENV, con porcentajes superiores al 50% y valores de IC₅₀ que oscilaron entre 38 y 1.7 μ M. Los derivados mostraron actividad biológica contra serotipos específicos del DENV. Esta variación, se debe a la acilación de los grupos hidroxilo, lo que aumenta su complejidad molecular [4]. En consecuencia, los derivados muestran efectos antivirales selectivos en los serotipos de DENV.

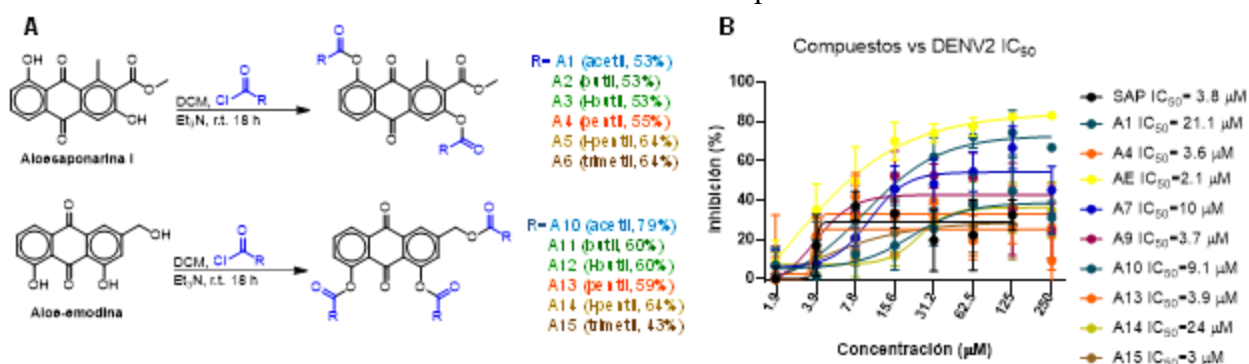


Fig. 1. Modificación de quinonas naturales y su evaluación biológica. A) estrategia de acilación. B) Grafica de inhibición.

Conclusiones. En este estudio, las quinonas SAP y AE se modificaron mediante acilación, obteniendo una biblioteca de 15 derivados con un rendimiento promedio del 38%. Los ensayos de citotoxicidad revelaron que los compuestos no fueron tóxicos a las concentraciones evaluadas. El ensayo FNRT demostró que la mayoría de los compuestos son capaces de inhibir el DENV a diferentes concentraciones y porcentajes. Estos resultados sugieren su potencial como herramientas de investigación para el desarrollo de terapias antivirales más efectivas.

Agradecimientos. Los autores agradecen al Laboratorio de Virología por su apoyo en los ensayos, a Gastón Herrera por la recolección del Aloe vera y a SECIHTI por la beca 751354.

Referencias.

1. S. Bhatt, P.W. Gething, O.J. Brady, J.P. Messina, A.W. Farlow, C.L. A.G. Hoen, O. J.J. Farrar, S.I. Hay, The global distribution and burden of dengue, *Nature* 496 (2013) 504–507.
2. G. Canche-Escamilla, P. Colli-Acevedo, R. Borges-Argaez, P. Quintana-Owen, J.F. May-Crespo, M. Cáceres-Farfan, J.A. Yam Puc, P. Sansores-Peraza, B.M. Vera-Ku, Extraction of phenolic components from an Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) crop and their potential as antimicrobials and textile dyes, *Sustain. Chem. Pharm.* 14 (2019).
3. M.C. Whiteman, L. Bogardus, D.G. Giaccone, L.J. Rubinstein, Daijogo, K.B. Gurney, Virus reduction neutralization test: A single-cell imaging high-throughput virus neutralization assay for dengue, *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 99 (2018) 1430–1439.
4. E. Malik, C. Muller, Antraquinones as pharmacological tools and drugs, *Med. Res. Rev.* 36 (2016) 705.

Impacto de la humedad durante el proceso de activación en celdas solares de CdTe

Gordillo-Deleón Francis Abigail^a, López-Sánchez Adolfo^{*a}, Mis-Fernández Ricardo^b, Flores-Cuevas Eduardo^b
Hoil-Canul Edwin^a, Cabellos-Quiroz José Luis^a, López-Velázquez Khirbet^a

^a Universidad Politécnica de Tapachula, Carretera a Puerto Madero Km. 24+300, Tapachula - Puerto de San Benito, 30830 Puerto de San Benito, Chis.

^b Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, Departamento de Física Aplicada, Km. 6 Antigua Carretera a Progreso, A.P. 73-Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México.
(223406@uptapachula.edu.mx, adolfo.lopez@uptapachula.edu.mx*)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El telurio de cadmio (CdTe) es un semiconductor con banda prohibida directa de 1.5 eV y alto coeficiente de absorción óptica, capaz de aprovechar más del 90 % del espectro solar con películas de pocos micrómetros [1,2]. La sublimación en espacio cercano (CSS) es una técnica eficiente para depositar películas de CdTe con granos grandes y baja densidad de defectos, características favorables para celdas solares de alta eficiencia [3]. Un paso crítico en la fabricación de estos dispositivos es el proceso de activación térmica en presencia de compuestos de cloro, como CdCl₂ o CHClF₂, que mejora la calidad cristalina y el rendimiento eléctrico [4]. Sin embargo, la humedad relativa (HR) durante esta etapa puede afectar la formación de defectos en la interfase CdS/CdTe y la difusión de elementos, disminuyendo la reproducibilidad y el desempeño, especialmente en ambientes tropicales [4]. Este trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de la humedad relativa durante el proceso de activación con cloro de celda de CdTe depositadas por CSS, evaluando su impacto estructural, morfológico y eléctrico.

Metodología. Las películas delgadas de CdTe (4 µm) se depositaron mediante close-spaced sublimation (CSS) sobre sustratos CdS/ZnO/ITO/Vidrio, utilizando fuentes de CdTe (99.99 %) compactadas en discos de 5 cm y separadas 5 mm del sustrato, bajo atmósfera de Ar a 4 mTorr. El depósito del CdTe en CSS fue a 540°C la temperatura de sustrato mientras que la temperatura de la fuente 600 °C. El proceso de activación térmica se realizó con una solución de CdCl₂/MeOH y/o gas CHClF₂ en presencia de aire húmedo controlado (HR%: 0–60 %). Antes del contacto posterior Cu/Mo (3/800 nm), las superficies de las muestras fueron limpiadas con una solución de Br–MeOH. Las celdas se recocieron a 200 °C por tiempos de 0 hasta 120 min y se caracterizaron mediante FESEM, DRX y curvas JV bajo 1 sol.

Resultados y Discusión. Las películas delgadas de CdTe (4 µm) se depositaron mediante close-spaced sublimation (CSS) sobre sustratos CdS/ZnO/ITO/Vidrio, utilizando fuentes de CdTe (99.99 %) compactadas en discos de 5 cm y separadas 5 mm del sustrato, bajo atmósfera de Ar a 4 mTorr. El depósito del CdTe en CSS fue a 540°C la temperatura de sustrato mientras que la temperatura de la fuente 600 °C. El proceso de activación térmica se realizó con una solución de CdCl₂/MeOH y/o gas CHClF₂ en presencia de aire húmedo controlado (HR%: 0–60 %). Antes del contacto posterior Cu/Mo (3/800 nm), las



superficies de las muestras fueron limpiadas con una solución de Br–MeOH. Las celdas se recocieron a 200 °C por tiempos de 0 hasta 120 min y se caracterizaron mediante FESEM, DRX y curvas JV bajo 1 sol.

Conclusiones. La humedad relativa del aire es un parámetro crítico en el proceso de activación con compuestos de cloro en celdas solares de CdTe. Se observó que tratamientos con CHCl_3 son altamente sensibles a niveles de humedad superiores al 10%, afectando negativamente la interfaz CdS/CdTe y disminuyendo el rendimiento eléctrico. En contraste, el tratamiento con la solución de CdCl_2 mostró una mayor tolerancia hasta 40% de humedad relativa, lo que lo posiciona como un método más reproducible para condiciones de laboratorio o producción industrial. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de controlar cuidadosamente las condiciones ambientales durante la activación térmica, especialmente en regiones tropicales.

Agradecimientos. Se agradece a los laboratorios LANNBIO CINVESTAV-Mérida (FOMIX-Yucatán: 2008-108160, CONACYT LAB-2009-01-123913, 292692, 294643, 188345, y 204822), CONACYT LAB y CB y al Laboratorio de Conversión de Energía y Fotogeneración de H₂ del Cinvestav-Mérida.

Referencias.

1. Bonnet D, Meyers P (1998) Cadmium-telluride – Material for the thin-film solar cells. J Mater Res. 13(10):2740–2753.
2. Mazzamuto S, Vaillant L, Bosio A, Romeo N, Armani N, Salviati G (2008) A study of the CdTe treatment with a Freon gas such as CHF_2Cl . Thin Solid Films. 516(23):7079–7083.
3. Rios-Flores A, Peña JL, Castro-Peña V, Ares O, Castro-Rodriguez R, Bosio A (2010) A study of vapor CdCl_2 treatment by CSS in CdS/CdTe solar cells. Solar Energy. 84(6):1020–1026.
4. Taylor A, Major J, Kartopu G, Lamb D, Duenow J, Dhere R et al. (2015) A comparative study of microstructural stability and sulphur diffusion in CdS/CdTe photovoltaic devices. Sol Energy Mater Sol Cells. 141:341–349.

Síntesis y caracterización de CdO obtenido con extractos de hoja de papaya para su uso en procesos fotocatalíticos

Pérez Palma Marifer de los Milagros, González Chan Irving Josué, Rosado Mendoza Miguel Arcadio.

Laboratorio de Físicoquímica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, calle 43 s/n x 96 Paseo de las Fuentes y 40 Col. Inalámbrica. Mérida, Yucatán, 97069.
(a16000672@alumnos.uady.mx, irving.gonzalez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La contaminación del agua por metales pesados es un problema crítico debido a los residuos derivados de actividades humanas. Una alternativa eficiente para la remoción de estos metales es el uso de procesos fotocatalíticos con nanopartículas de óxidos semiconductores, destacando el óxido de cadmio (CdO) por sus propiedades ópticas, que le confieren capacidad para la fotorreducción de metales en aguas residuales [1,3]. Este estudio evaluó las propiedades físicoquímicas de nanopartículas de CdO sintetizadas mediante el método sol-gel, utilizando extractos de hoja de papaya como agente reductor.

Metodología. La síntesis consistió en mezclar el extracto vegetal con una solución de cloruro de cadmio 0.2 M, ajustando el pH a 9 y 12 con hidróxido de sodio 1 M. Los precipitados obtenidos fueron procesados por centrifugado o filtrado al vacío y posteriormente calcinados a 600 °C. De manera adicional a un conjunto de muestras se le sometió a un lavado con agua destilada.

Resultados y Discusión. El análisis térmico mostró pérdida de agua y tres etapas de degradación relacionadas con la formación de CdO. A pH 9, los difractogramas revelaron CdO con compuestos adicionales, mientras que a pH 12 se obtuvo mayor pureza y cristalinidad. Las imágenes SEM mostraron morfologías irregulares a pH 9 y nanopartículas esféricas y homogéneas a pH 12. Este último también favoreció defectos estructurales que mejoran la absorción de luz visible. El análisis XPS confirmó enlaces Cd-O y la espectroscopía UV-Vis indicó un band gap de 1.6 eV a pH 12. En conjunto, el pH influye significativamente en las propiedades morfológicas, ópticas y estructurales del CdO.

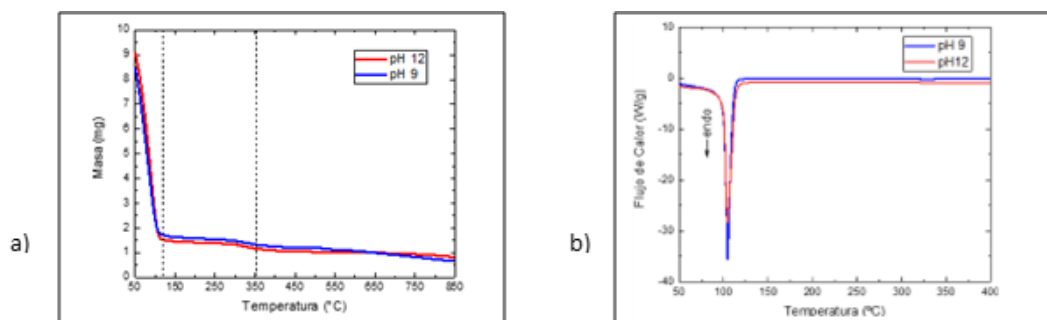


Fig. 1. a) TGA de las muestras centrifugadas antes de calcar. b) DSC de las muestras centrifugadas relacionando el flujo de calor y la temperatura.

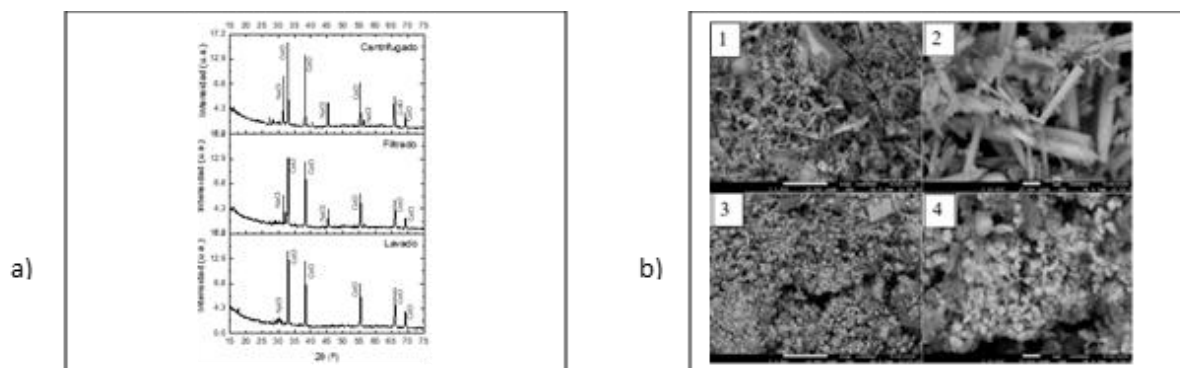


Fig. 2. a) Difractogramas de rayos X de los tratamientos de síntesis a pH 12. b) Imágenes de SEM para las muestras de nanopartículas de CdO. b1 y b2 corresponden a un tratamiento de pH 9 (centrifugado) a 2.500 y 10.000 X de aumento respectivamente y los incisos b3 y b4 corresponden a un pH 12 (lavado) a 2.500 y 10.000 X de aumento respectivamente.

Conclusiones. Se sintetizaron nanopartículas de CdO con extracto de hojas de papaya mediante el método sol-gel, observándose que un pH más alto (pH 12) mejora su homogeneidad, absorción UV-VIS y cristalinidad, logrando propiedades fisicoquímicas similares al estándar.

Agradecimientos. Al departamento de Fisicoquímica de la Facultad de Química por el espacio, instrumentos y enseñanzas. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO), Cinvestav-Unidad Mérida. Al M.C. Daniel Aguilar por la obtención y análisis de los difractogramas, al M.C. Mario Herrera por labores de mantenimiento correctivo del difractómetro y a la I.S.C. Georgina Espinoza por mantenimiento correctivo de la PC de análisis. Número de becario SECIHTY 2056989.

Referencias.

1. Tariq, W.; Nasir, A.; Arslan, C.; Rashid, H.; Sarmad, M.; Gillani, S. H. Photocatalytic Reduction of Highly Toxic Lead and Cadmium from Aqueous Solution. In *Emerging Techniques for Treatment of Toxic Metals from Wastewater*; Elsevier, 2023; pp 399–427. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822880-7.00019-4>.
2. Novack, A. M.; Hackbarth, F. V.; Marinho, B. A.; Dos Reis, G. S.; Valle, J. A. B.; Ulson De Souza, A. A.; Vilar, V. J. P.; Souza, S. M. A. G. Photocatalytic Reduction Of Cr (VI) Using Different Hybrid Materials: Titanium Nanosheets/Pozzolan And Kaolin/Polysiloxanes. In *Blucher Chemical Engineering Proceedings*; Editora Blucher: São Paulo, 2018; pp 594–597. <https://doi.org/10.5151/cobeq2018-PT.0165>.
3. Mostafa, A. M.; Yousef, S. A.; Eisa, W. H.; Ewaida, M. A.; Al-Ashkar, E. A. Synthesis of Cadmium Oxide Nanoparticles by Pulsed Laser Ablation in Liquid Environment. *Optik (Stuttg)* 2017, 144, 679–684.



On the effects of dispersion on the optical properties of black and blue phosphorene

Martínez Cruz Jennifer, Hoil Canul Edwin, López Velázquez Khirbet, López Sánchez Adolfo y Cabellos Quiroz José*

Universidad Politécnica de Tapachula, Carretera Tapachula -Puerto Madero, Km. 24 + 300, C.P. 30830. México.
(223282@uptapachula.edu.mx, jose.cabellos@uptapachula.edu.mx*)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. The employment of few-layered materials is not a novelty. Phosphorene has its own very peculiar characteristics compared to other 2D materials such as graphene. The distinct properties shown in monolayer phosphorene are directly influenced by how thick the system becomes. Interlayer coupling plays an important role in the behavior of each of the configurations for the multilayered systems; an average length of 3.30 Å between layers denotes an inner layer space regulated by van der Waals interactions, which in turn gives stability to the geometry of the components. In this work, we present a first-principles calculations study of the effects dispersion and three-body dispersion and two body dispersion on the properties of phosphorene [1,2,3]. To this aim, we theoretically compared structural, electronic, and optical properties of 3D bulk phosphorene with their 2D counterparts, namely mono and few-layered black and blue phosphorene. The calculations were carried out in the framework of density functional theory (DFT) as implemented within abinit code.

Metodología. First, we used a PBE functional to relax the atomic structures of both allotropes fully. We also used the DFT-D3/D2 dispersion correction to get the van der Waals forces right. After optimization, a self-consistent field calculation found the electronic ground state. Then, a non-self-consistent calculation was performed on a dense k-point grid with a lot of empty bands to prepare for the analysis of the optical transitions. Finally, we used the wavefunctions from the NSCF step in the random-phase approximation to find the frequency-dependent complex dielectric function, $\epsilon(\omega)$, and the absorption spectra that go with it.

Resultados y Discusión. By considering van der Waals forces throughout two approaches, the DFT-D2 by Stefan Grimme, and DFT-D3(BJ): a variant of DFT-D3, which uses the Becke-Johnson damping function, implemented in the Abinit code, we found that binding energies are larger using DFT-D3 and the interlayer distance decreases. The onset of the absorption depends strongly on the last valence and first conductance bands, which are affected when the vdW interactions are included.

Conclusiones. In this study, we looked at the structural, electronic, and optical properties of phosphorene, comparing its 3D bulk form to its 2D forms, which are monolayer and few-layered black and blue phosphorene. Using Density Functional Theory (DFT), we confirmed that the material's properties depend significantly on its thickness. A key finding is that interlayer van der Waals forces are very important for



the stability of multilayer systems when they are about 3.30 Å apart. Also, we showed that different two- and three-body dispersion corrections have a significant effect on how well the system's properties are described by looking at how they affect the optical properties

Referencias.

1. J. L. Cabellos et al. On the effects of many body dispersion into structural, electronic and optical properties of black and blue phos-phorene. In preparation, August 2023.
2. Xavier Gonze et al. ABINIT: First-principles approach to material and nanosystem properties. Comput. Phys. Commun., 180(12):2582 – 2615, 2009.
3. Alexandre Tkatchenko, Robert A. DiStasio, Roberto Car, and Matthias Scheffler. Accurate and efficient method for many-body van der waals interactions. Phys. Rev. Lett., 108:236402, Jun 2012.

Evaluación de las propiedades de ZnO dopado con sodio y potasio obtenido a través del extracto de la naranja agria

Gamboa Sosa Jazmín María, González Chan Irving Josué, Ruiz Ciau Durcy Verénice
Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 43 x calle 90 #613 x Col. Inalámbrica, Mérida, Yucatán, 97069

(A15004062@alumnos.uady.mx, irving.gonzalez@correo.uady.mx, rciau@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Las nanopartículas de ZnO han cobrado importancia en aplicaciones tecnológicas debido a su banda prohibida (~3.37 eV) y estabilidad química [1]. El dopaje con metales alcalinos (Na^+ , K^+) permite modular sus propiedades: el Na^+ reduce la banda prohibida mediante niveles energéticos intermedios, mientras que el K^+ controla el crecimiento cristalino [2]. Sin embargo, los métodos convencionales de síntesis presentan limitaciones ambientales [3]. La síntesis con extractos vegetales, particularmente de la naranja agria (rico en ácido cítrico y flavonoides [1]), ofrece una alternativa sostenible para producir ZnO. No obstante, los procesos de dopaje con metales alcalinos requieren mayor estudio [2]. Además, se carece de caracterizaciones integrales que analicen simultáneamente las propiedades ópticas, estructurales y térmicas de estos materiales. Por ello, este trabajo tiene como objetivo sintetizar nanopartículas de ZnO dopadas individualmente con sodio o potasio mediante el método sol-gel modificado que utiliza extracto de naranja agria y evaluar la manera en que cada dopante afecta las propiedades ópticas, estructurales, morfológicas, composicionales, químicas y térmicas del material.

Metodología. Las nanopartículas de ZnO dopadas con Na y K (10% en masa) se sintetizaron mediante el método sol-gel modificado utilizando extracto de *Citrus aurantium* L. como agente estabilizante. Las cáscaras de naranja agria, previamente lavadas y secadas a 120°C, se pulverizaron y sometieron a extracción ultrasónica en etanol-agua (50% v/v). El extracto obtenido se mezcló con 3 g de acetato de zinc y 0.3 g de las sales dopantes (NaCl o KCl), manteniendo la solución a 60-70°C bajo agitación. El precipitado resultante se filtró, se secó a 110°C y calcinó a 800°C para obtener los polvos cristalinos. La caracterización incluyó: DRX (Bruker D8-ADVANCE) para análisis estructural, XPS (Thermo Scientific K-alpha) para determinar composición elemental y estados de oxidación, UV-Vis (Jasco V-750) para evaluar propiedades ópticas, SEM (FESEM-JEOL) para morfología, FTIR para identificación de grupos funcionales, y análisis térmico mediante DSC/TGA para estudiar estabilidad y transiciones de fase.

Resultados y Discusión. Los análisis estructurales mediante DRX confirmaron la formación exitosa de nanopartículas de ZnO dopadas al 10% con Na y K, mostrando en ambos casos la fase wurtzita hexagonal característica (JCPDS 36-1451) sin presencia de fases secundarias. La incorporación de estos dopantes mejoró significativamente la cristalinidad del material, con tamaños de cristalito de 39.9 nm para ZnO:Na 10 y 38.5 nm para ZnO:K 10, superiores a los 35.2 nm del ZnO puro. Este incremento sugiere que ambos iones actúan como promotores del crecimiento cristalino durante el tratamiento térmico. La espectroscopía XPS reveló diferencias importantes en el mecanismo de incorporación de los dopantes. En el caso del ZnO:Na, se observó un pico único a 1071 eV correspondiente al orbital Na 1s, indicando una sustitución homogénea en los sitios del Zn^{2+} . Por otro lado, el ZnO:K mostró un doblete característico del K 2p,



XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro
sostenible”

8-10 octubre 2025

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



sugiriendo que el potasio ocupa tanto posiciones sustitucionales como intersticiales, generando así una mayor densidad de defectos estructurales, particularmente vacancias de oxígeno que resultan beneficiosas para aplicaciones catalíticas. En cuanto a las propiedades ópticas evaluadas por UV-Vis, ambos dopantes produjeron un corrimiento al rojo (redshift) del borde de absorción, reduciendo la banda prohibida a 3.18 eV frente a los 3.22 eV del ZnO puro. Los estudios morfológicos mediante SEM mostraron diferencias notables entre ambos dopantes. El ZnO:K desarrolló estructuras tridimensionales tipo "coral" compuestas por nanoláminas interconectadas que confieren una alta porosidad al material. En contraste, el ZnO:Na presentó aglomerados más compactos de nanobarras cortas. Estas diferencias morfológicas tienen implicaciones directas en la superficie activa disponible para posibles aplicaciones. Los análisis térmicos demostraron que las nanopartículas obtenidas son estables hasta 850°C, con pérdidas de masa inferiores al 1%.

Conclusiones. El dopaje con Na y K produce materiales con propiedades diferenciadas: el ZnO:K desarrolla una morfología porosa (47 nm) con mayor densidad de defectos, mientras el ZnO:Na muestra mayor cristalinidad (40 nm) y estructura compacta. Ambos reducen la banda prohibida a 3.18 eV manteniendo la pureza de fase wurtzita. Los análisis térmicos confirman estabilidad hasta 850°C (<1% pérdida de masa). El ZnO:K resulta óptimo para catálisis (alta área superficial), y el ZnO:Na para aplicaciones optoelectrónicas (alta calidad cristalina). La metodología demuestra control eficiente de propiedades mediante dopaje alcalino selectivo.

Agradecimientos. Se agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECHITI) por el apoyo otorgado mediante la beca con número de folio 4041553, la cual ha permitido el desarrollo de este proyecto de investigación. Al departamento de Fisicoquímica de la Facultad de Química por el equipamiento e instrumentación. Al LANNBIO del Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, por brindar acceso a sus instalaciones.

Referencias.

1. González I., Rosado M., Pérez M., Gamboa J., Quej C. (2025) Synthesis of ZnO nanoparticles through the use of sour orange (*Citrus aurantium* L.) and the study of its physicochemical properties at different calcination temperatures. *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 120(3):1-13.
2. Khorsand Z. A. (2017) Cytotoxicity Effects of Synthesized ZnO and Zn_{0.97}X_{0.03}O (X=Li, Na, and K) Nanoparticles by the Gelatin-Based Sol-Gel Method. *Nanomed. J.* 4(3):170-176.
3. Naiel B., Fawzy M., Halmy M. W. A., Mahmoud A. E. D. (2022) Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles Using Sea Lavender (*Limonium Pruinsum* L. Chaz.) Extract: Characterization, Evaluation of Anti-Skin Cancer, Antimicrobial and Antioxidant Potentials. *Sci. Rep.* 12(1): 1-12.

Caracterización de aerogeles de celulosa bacteriana modificados con APTES: ángulo de contacto, capacidad de absorción y estabilidad en medio acuoso

Domínguez Ochoa Sergio Diego, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Pérez Padilla Yamile, Carrera Figueiras Cristian

Facultad de Ingeniería Química, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Nte. Km. 33.5, tablaje catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México. C.P. 97203

(A18019517@alumnos.uady.mx, cristian.carrera@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción.

La búsqueda de alternativas eficientes, rápidas y ambientalmente amigables para la remediación de contaminantes ha impulsado el desarrollo de materiales con alta capacidad de retención y biodegradabilidad. Entre estas alternativas, la adsorción física destaca como una técnica de gran potencial. En este contexto, los aerogeles han despertado interés por sus propiedades únicas, como baja densidad, elevada porosidad y gran área superficial. La celulosa bacteriana (CB) es una fuente prometedora para la obtención de aerogeles debido a su alta pureza, estructura nanofibrilar tridimensional y facilidad de modificación química sin requerir pretratamientos agresivos, como en el caso de la celulosa vegetal. La funcionalización de CB con 3-aminopropiltietoxisilano (APTES) puede mejorar su afinidad por contaminantes, aumentando su rendimiento en procesos de remediación [1,2]. Por tanto, el desarrollo y caracterización de aerogeles de CB modificados con APTES representa una vía prometedora para la creación de materiales eficientes, sostenibles y de bajo impacto ambiental. Este trabajo evalúa el efecto de la concentración de APTES en la funcionalización de aerogeles de CB, analizando los cambios en sus propiedades fisicoquímicas y de interacción con el agua.

Metodología. La celulosa bacteriana se obtuvo a partir de una colonia simbiótica de bacterias y levaduras (SCOBY), residuo de la industria de bebidas de kombucha. Se aplicó un pretratamiento para eliminar microorganismos y macromoléculas, seguido de ultracongelación ($-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante 24 horas y liofilización durante 72 horas. La funcionalización con APTES se realizó a tres concentraciones (20, 30 y 50 %m/m: masa del producto condensado de APTES/masa de la CB), mediante prehidrolización del silano, ajuste a pH 4 con ácido acético glacial, agitación, y tratamiento térmico. Posteriormente, las muestras fueron neutralizadas con NaOH 0.1 M, nuevamente ultracongeladas y liofilizadas. Las muestras se conservaron en desecador y se caracterizaron mediante espectroscopía FTIR para confirmar la presencia de grupos amino. Adicionalmente, se realizaron pruebas de absorción de agua, estabilidad y medición del ángulo de contacto con agua, acetonitrilo y una mezcla 50/50 agua:acetonitrilo [3].

Resultados y Discusión. El análisis por FTIR evidenció la presencia de la señal característica de los grupos amino ($\sim 1550\text{ cm}^{-1}$) en las muestras funcionalizadas. No obstante, debido a la naturaleza aleatoria



de la funcionalización, no fue posible establecer una comparación cuantitativa entre concentraciones, por la variabilidad en la intensidad de las señales. En las mediciones del ángulo de contacto, los materiales funcionalizados mostraron un aumento en el ángulo, indicando una disminución de la hidrofiliidad (de 30° en la CB nativa a 40° con APTES en agua; 25° a 19° en mezcla agua:acetonitrilo y 19° a 15° en acetonitrilo), en concordancia con lo reportado en la literatura [4,5]. Las pruebas de absorción también evidenciaron una reducción significativa de la retención de agua en las muestras funcionalizadas respecto a la CB nativa. Respecto a la estabilidad, aunque no se identificaron tendencias claras, se observó la conservación estructural del material, lo cual sugiere su posible aplicación en ciclos de adsorción-desorción.

Conclusiones. Se sintetizaron aerogeles de celulosa bacteriana funcionalizados con APTES a tres concentraciones (20, 30 y 50 %m/m). El análisis de FTIR evidenció la presencia de señales asociadas a grupos amino, lo que sugiere la incorporación de APTES de manera cualitativa, aunque sin permitir establecer comparaciones cuantitativas entre concentraciones. En términos de desempeño, los materiales funcionalizados mostraron menos hidrofiliidad y menor capacidad de absorción de agua respecto a la CB nativa. Finalmente, la conservación estructural observada indica su potencial reutilización en procesos de remediación.

Agradecimientos. Agradezco a SECIHTY por la beca otorgada con CVU 2057691.

Referencias.

1. Syeda, H. I.; Yap, P.-S. A Review on Three-Dimensional Cellulose-Based Aerogels for the Removal of Heavy Metals from Water. *Science of The Total Environment* **2022**, 807, 150606. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150606>.
2. Talavera-Pech, W. A.; Esparza-Ruiz, A.; Quintana-Owen, P.; Vilchis-Nestor, A. R.; Carrera-Figueiras, C.; Ávila-Ortega, A. Effects of Different Amounts of APTES on Physicochemical and Structural Properties of Amino-Functionalized MCM-41-MSNs. *J Sol-Gel Sci Technol* **2016**, 80 (3), 697–708. <https://doi.org/10.1007/s10971-016-4163-4>.
3. Phan, H. T.; Nguyen, K. D.; Nguyen, H. H. M.; Dao, N. T.; Le, P. T. K.; Le, H. V. Nata de Coco as an Abundant Bacterial Cellulose Resource to Prepare Aerogels for the Removal of Organic Dyes in Water. *Bioresource Technology Reports* **2023**, 24, 101613. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101613>.
4. Saini, S.; Belgacem, M. N.; Bras, J. Effect of Variable Aminoalkyl Chains on Chemical Grafting of Cellulose Nanofiber and Their Antimicrobial Activity. *Materials Science and Engineering: C* **2017**, 75, 760–768. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.02.062>.
5. Achalhi, N.; El Ouardi, Y.; El Yousfi, R.; Moumnassi, S.; El Barkany, S.; Asehrou, A.; El Idrissi, A. Single-Step Synthesis and Comprehensive Characterization of Hydroxyethyl Cellulose Grafted with (3-Aminopropyl)Triethoxysilane: Mechanistic Insights and Evaluation of Antimicrobial Properties. *Carbohydrate Polymers* **2025**, 360, 123613. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.123613>.

Diseño y caracterización de un andamio de PGS tratado con Miel de Yucatán para su potencial aplicación en regeneración de la piel

Soberanis Novelo Leslie Daniela^a, González Burgos Araceli^b, Carrera Figueiras Cristian^b, Martín Pat Gaspar Eduardo^c, Bacelis Jiménez Ángel^d, Rejón Víctor^e, Muñoz Rodríguez David^b, Ávila Ortega Alejandro^b, Sánchez Pech Julio César^b

^aUniversidad Anáhuac Mayab. Carr. Mérida Progreso Km. 15.5, Mérida, Yucatán, CP. 97308.

^bFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5, C.P. 97203

^cCentro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Unidad de Materiales, C. 43 No. 130-x 32 y 34 Col, Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, C.P. 97205

^dFacultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, Anillo Periférico Norte tablaje 13615, Mérida, Yucatán, C.P. 97119

^eCINVESTAV del IPN Unidad Mérida, Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73, Cordemex, Mérida, Yucatán, C.P. 97310

(daniela_soberanis@anahuac.mx y jcesar.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El desarrollo de biomateriales ha permitido abordar diversas patologías de la piel, pero aún hay limitaciones en la prevención de infecciones. Uno de los materiales más prometedores es el poli(glicerol de sebacato) (PGS) al ser biodegradable y tener propiedades mecánicas y biológicas favorables, pero su falta de actividad antibacteriana limita su funcionalidad para aplicaciones cutáneas [1-2]. Este proyecto propone mejorar los andamios de PGS mediante la aplicación de miel; esta estrategia no solo busca mejorar la funcionalidad del material, sino también fomentar el aprovechamiento de recursos endémicos, en particular el uso de miel regional proveniente de Tahmek, Yucatán.

Metodología. El andamio de PGS se realizó mediante prepolimerización con ácido sebácico y glicerina a 150°C por 4.5 h; posterior se agregó NaCl, para realizar el entrecruzamiento al vacío a 170°C por 4.5 h. Después se sometió a lavados con agua destilada durante 8 días y se secó a 30°C por 24 horas [4-5]. Posteriormente, se sumergieron fragmentos del andamio en soluciones de miel al 10%, 20% y 30% por 48 h y se secaron nuevamente al vacío. Para las pruebas antibacterianas se cultivó *S. aureus* por 24h y se inoculó en agar Mueller Hinton, agregándole los andamios tratados con miel, un disco de estreptomicina (control positivo), andamio sin tratar y solución salina (control negativo); y se incubaron por 24 h para evaluar la inhibición bacteriana del andamio tratado con miel.

Resultados y Discusión. Los resultados del Cuadro 1 y Figura 1 muestran que, al aumentar la concentración de miel, incrementa la absorción en el andamio y la inhibición bacteriana contra *S. aureus*; esto se puede explicar por la composición química de la miel [3], ya que a mayor concentración, la miel presentará más viscosidad y rica en solutos, lo que facilita la retención en los poros del andamio.

Cuadro 1. Porcentaje de absorción de los andamios tratados con miel

Concentración	Peso inicial	Peso final	Diferencia	%
10%	0.1823	0.1857	0.0034	1.88
20%	0.1344	0.1418	0.0074	5.53
30%	0.1305	0.1788	0.0483	37.01

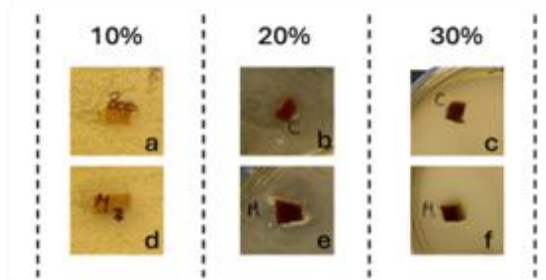


Fig. 1. Comparación de las pruebas antibacterianas del andamio tratado con miel y un control negativo. a), b) y c) andamio sin tratamiento como control negativo, d) andamio tratado con miel al 10%, e) andamio tratado con miel al 20%, f) andamio tratado con miel al 30%.

Conclusiones. Esta investigación respalda la capacidad de la miel como agente bioactivo en biomateriales elaborados para la regeneración de tejidos, en particular como agente preventivo contra infecciones causadas por *S. aureus*. Sin embargo, es fundamental realizar estudios que evalúen la citotoxicidad, la liberación controlada de los compuestos bioactivos y las propiedades mecánicas del andamio, para poder avanzar a estudios in vivo.

Agradecimientos. Agradezco a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán por el apoyo brindado durante el desarrollo de este proyecto experimental.

Referencias

1. Vogt, Rivera, Liverani, Piegat, El Fray, & Boccaccini. (2019). Poly(ϵ -caprolactone)/poly(glycerol sebacate) electrospun scaffolds for cardiac tissue engineering using benign solvents. *Materials Science and Engineering: C*, **103**, 109712. 10.1016/j.msec.2019.04.091
2. Sant, Iyer, Gaharwar, Patel & Khademhosseini. (2013). Effect of biodegradation and de novo matrix synthesis on the mechanical properties of valvular interstitial cell-seeded polyglycerol sebacate–polycaprolactone scaffolds. *Acta Biomaterialia*, **9**(4), 5963–5973.
3. Ryall, Duarah, Chen, Yu & Wen. (2022). Advancements in Skin Delivery of Natural Bioactive Products for Wound Management: A Brief Review of Two Decades. *Pharmaceutics*, **14**(5): 6
4. Talavera-Pech, W. (2013). Síntesis y caracterización de un soporte de poli(glicerol sebacato) para uso potencial en regeneración de nervio periférico (Maestría).
5. Martín-Pat, G. (2020). Estudio de la modificación superficial de un andamio de PGS con PPy-I utilizando plasma y su citotoxicidad con células troncales del pulpa dental hDPSCs (doctorado).

Evaluación de la actividad antifúngica del péptido LLFFLK frente a cepas de interés microbiológico

Domínguez-Razo Alejandra^a, Segura Campos Maira^a, Rojas Herrera Rafael^b

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97203.
(arazo@anahuac.mx, maira.segura@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Las especies del género *Aspergillus*, como *A. niger* y *A. flavus*, representan un riesgo significativo para la seguridad alimentaria y la salud humana, debido a su capacidad de producir micotoxinas, contaminar alimentos y desarrollarse en diversas superficies. La creciente preocupación por la resistencia a los antifúngicos convencionales ha impulsado la búsqueda de nuevas estrategias de control fúngico, particularmente a partir de compuestos naturales (Pimienta et al., 2022).

En este contexto, los péptidos bioactivos derivados de insectos comestibles han demostrado un prometedor potencial antimicrobiano. Sin embargo, su actividad antifúngica ha sido menos explorada. En este estudio el **objetivo** es evaluar la actividad antifúngica *in vitro* del péptido LLFFLK derivado de *Chinicuil comadia redtenbacheri* frente a cepas de *Aspergillus niger* y *Aspergillus flavus*.

Metodología.

Se evaluó la actividad antifúngica del péptido frente a *Aspergillus niger* y *A. flavus* siguiendo lineamientos CLSI/EUCAST.

Para el ensayo de difusión en disco, se impregnaron discos de papel filtro a diferentes concentraciones del péptido (500, 700, 1000 y 2000 µg/mL), colocándolos sobre placas de Papa Dextrosa Agar (PDA) inoculadas con suspensiones fúngicas ajustadas a 0.5 McFarland incubadas a 35 °C durante 72 h.

En la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) por microdilución en caldo, se prepararon suspensiones fúngicas y se inocularon en placas de 96 pozos con diluciones seriadas del péptido. Se incubaron a 35 °C durante 72 h y se registró la CMI como la menor concentración con inhibición visible del crecimiento. Controles positivos (fluconazol) y negativos (agua destilada) se incluyeron en ambos ensayos.

Resultados y Discusión.

El péptido evaluado mostró actividad antifúngica frente a *Aspergillus niger* y *A. flavus* únicamente a la concentración más alta probada (2000 µg/mL), con halos de inhibición y reducción del conteo celular respecto al control negativo. Las concentraciones menores (500, 700 y 1000 µg/mL) no presentaron inhibición significativa. El control positivo (fluconazol) evidenció la mayor actividad.

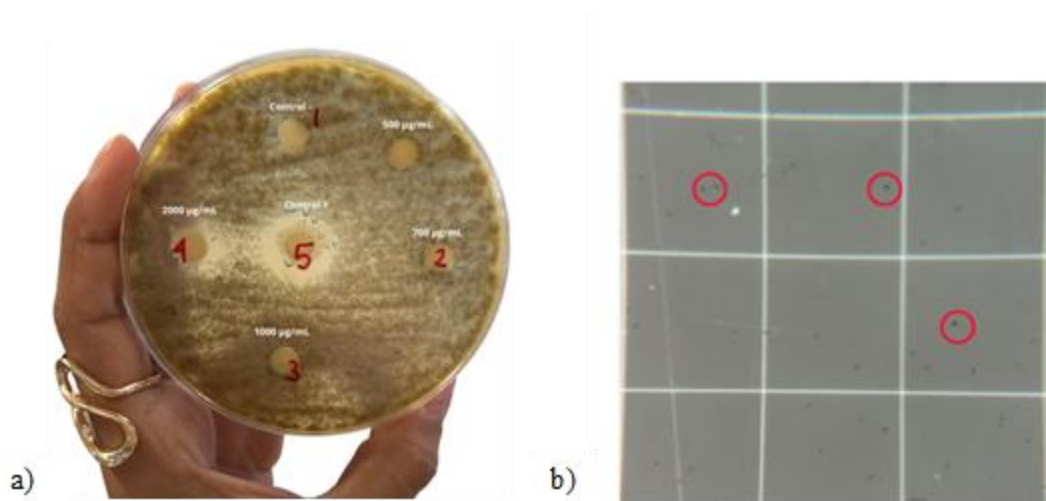


Fig. 1. a) Inhibición del crecimiento de *Aspergillus* spp. mediante halos de inhibición utilizando el método de difusión en disco (Kirby–Bauer ajustado) b) Reducción de células fúngicas viables evaluada mediante conteo en cámara de Neubauer tras exposición al péptido a la concentración de 2000 µg/mL

Cuadro 1. Halos de inhibición y conteo de células fúngicas viables de *Aspergillus* spp. mediante métodos Kirby–Bauer y Neubauer.

Concentración (µg/mL)	Mm de Inhibición (Kirby – Bauer)	Conteo de células fúngicas viables
500 ^a	No presenta	10.01×10^5 conidios/mL
700 ^b	0.5 mm	9.89×10^5 conidios/mL
1000 ^c	2.7 mm	9.32×10^5 conidios/mL
2000 ^d	11.4 mm	5.16×10^5 conidios/mL
Control positivo ^c	16.7 mm	1.53×10^5 conidios/mL
Control negativo	No presenta	No cuantificable

*Letras superíndices distintas indican diferencias significativas entre las concentraciones evaluadas ($p < 0.05$).

Conclusiones. La fracción evaluada mostró actividad antifúngica dependiente de la concentración frente a *Aspergillus* spp., siendo 2000 µg/mL la dosis con mayor inhibición y menor número de conidios viables. El control positivo presentó la inhibición más alta, mientras que el control negativo y las concentraciones más bajas no evidenciaron efecto significativo. Estos resultados respaldan el potencial del extracto como agente antifúngico

Agradecimientos. Agradecimientos al CONACYT por el financiamiento con número de beca 1006329.

Referencias

1. Pimienta, D. A., Cruz Mosquera, F. E., Palacios Velasco, I., Giraldo Rodas, M., Oñate-Garzón, J., & Liscano, Y. (2022). Specific Focus on Antifungal Peptides against Azole Resistant *Aspergillus fumigatus*: Current Status, Challenges, and Future Perspectives. *Journal of fungi (Basel, Switzerland)*, 9(1), 42. <https://doi.org/10.3390/jof9010042>

Efecto del tratamiento térmico sobre la relación microestructura-dureza de aceros avanzados de alta resistencia para uso automotriz

Sanguino Cruz Ian Isamu^a, Espinosa Zuñiga Luis Alberto^b, Gutiérrez Castañeda Emmanuel José^b

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5, Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C.P. 97203

^bInstituto de Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Sierra Leona #550, Lomas 2a sección, San Luis Potosí, San Luis Potosí, C.P. 78210

(ianisamu02@gmail.com; inge.luisespinoza@gmail.com; Emmanuel.gutierrez@uaslp.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En México anualmente se producen 9,300 muertes causadas por la contaminación del aire, principalmente provenientes del sector transporte [1]. Los vehículos pesados requieren mayor gasolina para trasladarse, lo que aumenta el consumo de carburante [2]. Una solución a esta problemática es el desarrollado un nuevo tipo de aceros, los aceros avanzados de alta resistencias, AHSS por sus siglas en inglés, que permite la fabricación de partes complejas del auto sin perder resistencia mecánica y reduciendo el peso de los vehículos. Dentro del grupo de los aceros AHSS se encuentran los aceros de temple y partición (Q&P) [3]. El tratamiento de temple y partición, del cual se deriva el nombre de estos aceros, es un concepto de tratamiento térmico para generar microestructuras que contienen austenita retenida y martensita [4]. El presente trabajo pretende desarrollar aceros Q&P mediante un tratamiento térmico determinado y evaluar su microestructura y dureza.

Metodología. El acero investigado tiene la siguiente composición química (C: 0.12, Mn: 5.7, Si: 1.27, Al: 0.14, Cr: 0.12, Co: 0.2, Mo: 0.36, Ni: 1.37, Cu: 0.34, Fe: 90.38), todos en por ciento en peso. De este acero se cortaron 6 muestras, las cuales fueron sometidas a diferentes temperaturas de recocido (muestra 1: 640°C, muestra 2: 660°C, muestra 3: 680°C, muestra 4: 690°C, muestra 5: 700°C, muestra 6: 710°C), con un tiempo constante de 5 min y con un tratamiento isotérmico de partición a temperatura y tiempo constante de 450°C y 5 minutos respectivamente. Después de aplicar estos tratamientos térmicos se cortó el material, 3/4 de cada muestra se llevaron para analizar mediante difracción de rayos x (DRX) y las otras partes se acomodaron y encapsularon en frío. Para calcular el porcentaje de cada fase se procesaron los datos mediante el método de refinamiento de Rietveld. Posteriormente, las muestras fueron preparadas mediante técnicas metalografía convencionales, mediante desbaste y pulido. Seguido de un ataque químico con Nital al 5% por 5 s para revelar la microestructura. Una vez atacadas las muestras se prosiguió con los análisis de la microestructura, primero mediante microscopía óptica (MO) y mediante mediciones de microdureza. Estas últimas, se realizaron con un microdurómetro (Micro Vickers Hardness Testers “Shimadzu HMV-G”). Para finalizar con los análisis, las muestras fueron también observadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), para lo cual, fueron previamente recubiertas con oro.



Resultados y Discusión. En la Figura 1 (a), se observa que el acero de partida es principalmente martensítico, sin embargo, después de realizar los tratamientos térmicos por encima de 640°C, se puede observar que se encuentran dos fases en el acero (austenita y martensita). De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el refinamiento de Rietveld, a 640°C, la cantidad de austenita va en aumento, hasta la dos últimas temperaturas (700°C y 710°C) en donde hay un decremento.

La Figura 1 (b), muestra la gráfica de microdureza (HV) en función de la temperatura de tratamiento térmico. Como se puede observar, el acero de referencia al ser martensítico tiene la dureza más alta (505.3 HV). Sin embargo, al aplicar el tratamiento térmico entre 640°C y 690°C, la microdureza disminuye hasta 373.71 HV, lo cual puede ser atribuido a la presencia de una mayor cantidad de austenita en el acero. Con el aumento en la temperatura hasta 710°C, se observa un aumento en la dureza hasta 390 HV.

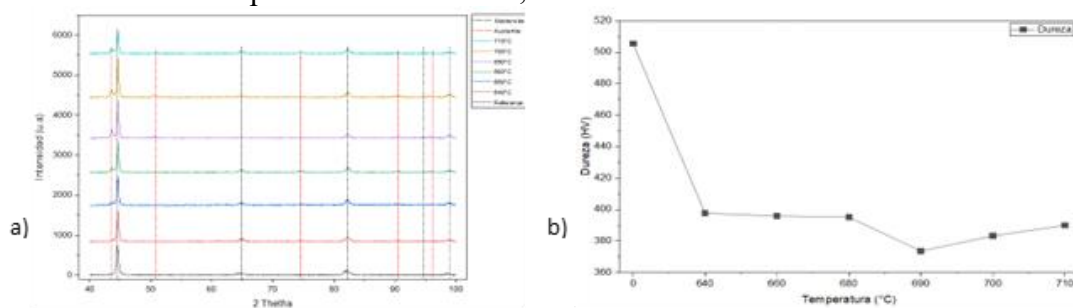


Fig. 1. a) Difractograma del acero de referencia y muestra tratadas, b) Gráfico de microdureza en función de la temperatura del acero de referencia y muestras tratadas.

Conclusiones. En conclusión, se determinó que el tratamiento térmico más adecuado para obtener el mayor porcentaje de austenita, considerando la composición de este acero, corresponde a un recocido a 690 °C (temperatura crítica), durante 5 min, seguido de un tratamiento isotérmico de partición constante a 450 °C durante otros 5 min. Bajo estas condiciones se alcanzó un 21.98 % de austenita retenida y un 78.02 % de martensita. Al comparar estas micrografías con las del acero de referencia, se observó una mayor homogeneidad en este último, destacando la efectividad del tratamiento aplicado. Por otra parte, las mediciones de microdureza confirmaron que el material tratado presenta una resistencia mecánica adecuada, lo que lo convierte en una opción viable para aplicaciones en la industria automotriz.

Agradecimientos. Agradezco a la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) por darme la oportunidad de realizar esta estancia de investigación, así como a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), por prestar sus espacio, laboratorios y equipos especializados.

Referencias.

1. CEMDA. (2014). Impacto de la calidad del aire en la salud y en la economía de México. <https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2014/07/respira-mexico-baja-resolucion.pdf>
2. L, J. (2024). Cómo influye el peso del vehículo en el ahorro de combustible. Revista Auto Motores. <https://www.automotores-rev.com/como-influye-el-peso-del-vehiculo-en-el-ahorro-de-combustible/>
3. Madias, J. (2014). Aceros planos avanzados de alta resistencia. Acero Latinoamericano. 36-47.
4. Madias, J. (2016). Aceros de temple y partición. Acero Latinoamericano. 44.

Detección de resistencia a vancomicina de cepas de *Pediococcus* aisladas de ambientes salinos

Santini Peralta Alexandra, Sánchez González Mónica, González-Burgos Araceli, Serrano Gamboa José Germán.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5 Tablaje
Catastral 13615, Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C.P. 97203
(A212223035@alumnos.uady.mx y monica.sanchez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Los probióticos son microorganismos vivos que generan beneficios a la salud del huésped. La búsqueda de nuevos probióticos constituye una alternativa para la prevención del uso excesivo de antibióticos y el incremento de enfermedades. La utilización de bacterias ácido-lácticas (BAL) como probióticos ha sido ampliamente documentada. En el grupo de las BAL, el género *Pediococcus*, en particular, *P. pentosaceus* y *P. acidilactici* se perfilan como probióticos emergentes. Para su aplicación los probióticos deben ser ampliamente evaluados y entre las características importantes se encuentra la resistencia a antibióticos. En estudios previos a este, se aislaron diversas cepas de *P. pentosaceus* y *P. acidilactici* de ambientes salinos [1]. El objetivo de este trabajo es analizar la resistencia de los *pediococcus* aislados de ambientes salinos a la vancomicina.

Metodología. Los aislados bacterianos fueron recuperados del cepario de la Facultad de Ingeniería Química [1] y posteriormente enviados a GetGenome para su secuenciación. Con ello, se obtuvieron las secuencias necesarias para el análisis genómico. La resistencia a la vancomicina se evaluó a través de una predicción *in silico* a partir de secuencias genómicas y seguidamente empleando técnicas microbiológicas. Las nueve secuencias genómicas, cinco pertenecientes a la especie *P. pentosaceus* (5301, 5304, 5305, 5308, 5309) y cuatro a *P. acidilactici* (5302, 5306, 5307, 5310), se analizaron utilizando la base de datos CARD (Comprehensive Antibiotic Resistance Database) para detectar genes, proteínas o mutaciones que confieran resistencia a antibióticos. Posteriormente, se realizó la técnica Kirby-Bauer a los nueve aislados de *Pediococcus*, los cuales se crecieron en presencia de diferentes concentraciones de vancomicina (25, 250 y 2500 µg/mL) mediante la técnica de difusión en placa. Se utilizó *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) como referencia de sensibilidad a vancomicina.

Resultados y Discusión. El análisis mediante la base de datos CARD reveló la presencia de dos genes asociados con resistencia antimicrobiana. En la Figura 1 se muestra la representación del posicionamiento del gen *qacG*, relacionado con resistencia al cloruro de benzalconio y al bromuro de etidio, y el gen *vanT*, incluido en el clúster *vanG*, el cual indica potencial resistencia a la vancomicina.

Los resultados del análisis *in vitro* de sensibilidad a vancomicina se presentan en el Figura 2. Como se puede apreciar, todos los microorganismos presentaron una resistencia a la vancomicina mayor a *S.aureus*

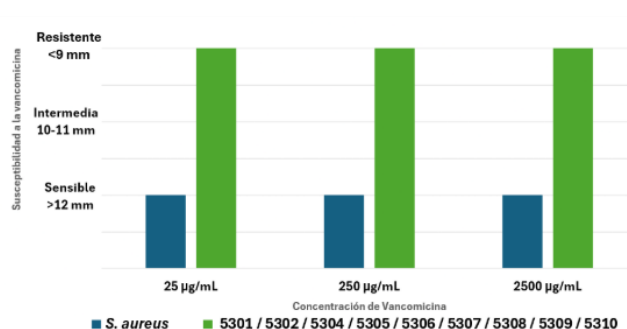
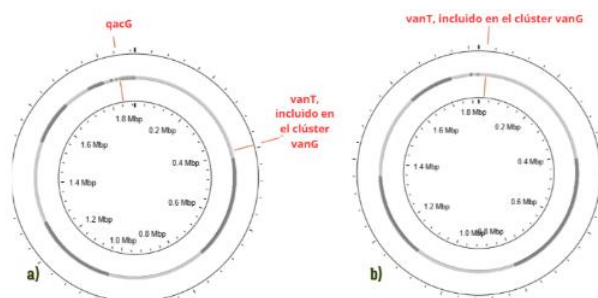


Fig. 2. Análisis de aislados de *Pediococcus* en presencia de vancomicina.

Las BAL portadoras de genes de resistencia antibióticos, podrían actuar como reservorios facilitando la transferencia de esa resistencia a bacterias patógenas. Sin embargo, existen reportes que declaran que la resistencia natural a la vancomicina, como la presente en microorganismos del género *Pediococcus*, no necesariamente representa un riesgo si esta resistencia no es transferible [2]. Esto pone en evidencia la necesidad de determinar si la resistencia es intrínseca (cromosómica) o adquirida (por plásmidos) en probióticos, ya que solo la segunda puede propagarse a otras bacterias.

Conclusiones. Las especies de *Pediococcus* aisladas de ambientes salinos, fueron resistentes a la vancomicina. Los resultados indican que la resistencia es intrínseca, pero es necesario realizar más estudios para confirmar estos resultados.

Agradecimientos. Se agradece al personal del Laboratorio de Biotecnología por el apoyo brindado en este proyecto, así como a GetGenome por la realización de la secuenciación genómica

Referencias.

- Escalante-Rendiz, D., Sanguino, E., Rojas-Herrera, R., Zamudio-Maya, M., & González, A. (2012). Los ambientes salinos de Yucatán, fuente de microorganismos productores de exopolisacáridos. En E. Dumonteil (Ed.), *Contribución de la biotecnología al desarrollo de la península de Yucatán* (pp. 614–624). Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería; CONACYT-SIIDIETAY-FOMIX. ISBN 978-607-9060-09-1.
- Hu, W.; Zhou, S.; Ibrahim, A.; Li, G.; Awad, S.; Ramos-Vivas, J.; Kan, J.; Du, M. (2025). Whole Genome Analysis of *Pediococcus Acidilactici* XJ-24 and Its Role in Preventing *Listeria Monocytogenes* ATCC® 19115TM Infection in C57BL/6 Mice. *Antibiotics*, 14 (3). <https://doi.org/10.3390/antibiotics14030323>.

Sulfonación y caracterización de una polisulfona comercial (UDEL®-3500) para la preparación de membranas densas

Uitz Hu Francisco Javier, Barrón Zambrano Jesús Alberto, Pérez Padilla Yamile

• Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5. Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97302.
(a21223031@alumnos.uady.mx, yamile.perez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Entre los principales usos de las membranas de polisulfona sulfonada se encuentra en la inmovilización de biomoléculas en membranas biofuncionales. Debido a su gran hidrofiliidad se han usado en tratamiento de aguas residuales, como membrana de ultrafiltración. Por su bajo costo, la resistencia química y mecánica, así como una mayor conductividad protónica pueden ser utilizados en celdas de combustible de membrana de intercambio protónico [1]. La sulfonación es una reacción bimolecular de sustitución electrofílica, donde el grupo ácido sulfónico ($-\text{SO}_3\text{H}$) actúa como especie electrófila y sustituye al átomo de hidrógeno de la cadena aromática del polímero. Al introducir el $-\text{SO}_3\text{H}$ en la estructura de la polisulfona, aumenta la hidrofilia y mejoran las propiedades específicas de las membranas, como el flujo de agua, la permeabilidad y la conductividad protónica [2]. El objetivo del trabajo es sulfonar una polisulfona, caracterizar el polímero obtenido, para la posterior elaboración de membranas densas.

Metodología. Se sulfonó polisulfona UDEL®-3500 (PSU) previamente secada por 24 h a 60 °C con vacío en una estufa de convección LUZEREN. Como agente sulfonante se empleó clorosulfonato de trimetilsililo (CISTMS) previamente diluido en diclorometano (DCM). Esta solución se añadió al polímero disuelto gota a gota con el sistema bajo atmósfera inerte. Terminada la adición se cerró el flujo de gas, se mantuvo la atmósfera dentro del sistema y se llevó a cabo la reacción por 48 h. La solución polimérica obtenida se precipitó en una solución 1:1 de acetona/isopropanol con agitación vigorosa, el material obtenido se secó a temperatura ambiente por 48 h y 100 °C con vacío por otras 48 h. para obtener la polisulfona sulfonada (PSU-S). El grado de sulfonación se determinó por valoración ácido-base, con hidróxido de sodio 0.01 N y fenolftaleína como indicador. Se determinó la presencia de grupos $-\text{SO}_3\text{H}$ mediante FTIR-ATR en un equipo Jasco. Se realizaron pruebas de solubilidad y formación de membrana del polímero en distintos solventes: DCM, dimetilformamida (DMF), tetrahidrofurano (THF) y cloroformo. Además, se prepararon membranas al 5, 10 y 15% p/v en cloroformo, a las cuales se les determinó el ángulo de contacto con un equipo DataPhysics.

Resultados y Discusión. La determinación volumétrica del grado de sulfonación indica el % de H^+ proveniente de los grupos SO_3H , para PSU-S 1 y PSU-S 3 resultó 7.3 y 6.5 % de grado de sulfonación, para PSU-S 2 experimentalmente se tuvo una sulfonación despreciable, dichos ensayos corresponden a 3

réplicas distintas de sulfonación. Los resultados de FTIR (Fig. 1.) permitieron confirmar las bandas de absorción a 1024-1088 cm^{-1} características de los estiramientos S=O=S y C-S respectivamente [3].

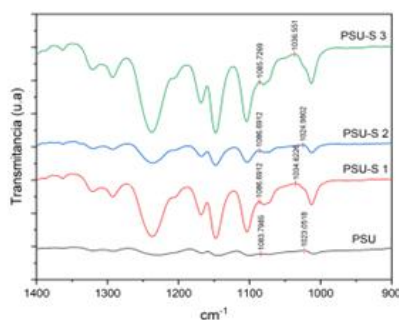


Fig. 1.1. Espectros de infrarrojo de la PSU y PSU-S

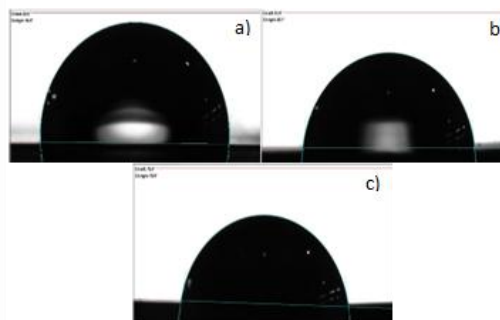


Fig. 2. Imágenes de pruebas de ángulo de contacto de las membranas de PSU-S 1 al: a) 5%, b) 10%, c) 15% p/V

Cuadro 1. Prueba de solubilidad del polímero en distintos solventes

Solvente	¿Entró en solución?	Condiciones de curado*	Observaciones
DCM	Parcialmente	24 h. T ambiente	Precipitado insoluble en la membrana, translúcida
THF	✓	24 h. T ambiente	Membrana opaca lisa, con impurezas insolubles
DMF	✓	24 h a 60 °C	Membrana blanquecina, poco homogénea, en fases
Cloroformo	✓	24 h. T ambiente	Membrana uniforme, lisa y opaca

*tiempo que tardó en evaporarse el solvente y formar una membrana densa

Para las membranas (Fig. 2.) realizadas al 5, 10 y 15% p/v, estas presentan ángulos de 94, 82 y 78° respectivamente, mostrando así una relación proporcional entre el % p/v y la hidrofiliidad.

Conclusiones. De los 3 procesos de sulfonación realizados, en 2 de ellos se obtuvo un polímero con alrededor del 7% de grado de sulfonación, de igual manera, el cloroformo fue el solvente en el que mejor se formaron las membranas. Finalmente, un aumento en la concentración de polímero utilizada en la membrana contribuye a un aumento en la hidrofiliidad de estas.

Agradecimientos. A la Facultad de Ingeniería Química por las instalaciones prestadas para desarrollar esta investigación. A la QI. Mariela Lope Navarrete por su apoyo y facilidades del Laboratorio de Análisis Instrumental.

Referencias.

1. Dumbrava O, Filimon A, Marin L. (2023). Tailoring Properties and Applications of Polysulfone Membranes by Chemical Modification: Structure-Properties-Applications Relationship. *Eur. Polym. J*
2. Liu Z, Mi Z, Chen C, Zhou H, Zhao X, Wang D. (2017). Preparation of Hydrophilic and Antifouling Polysulfone Ultrafiltration Membrane Derived from Phenolphthalin by Copolymerization Method. *Appl Surf Sci.* **vol** (401): 69-78p.
3. Yam M, Aguilar M, Santiago J, Pizarro G, Godoy M, Sánchez J. (2020). Methylene Blue Removal from Aqueous Solutions by Sulfonated Polymeric Porous Sorbents. *Desalination Water Treat.* **vol** (184): 367-374p.

Caracterización de membranas compuestas de Polidimetilsiloxano, 3-Cianopropiltriethoxisilano y Triethoxifenilsilano

Fernández Cime María Fernanda del Carmen^a, Sulub-Sulub Rita^b, Pérez Padilla Yamile^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97302, Mérida, Yucatán, México.

^bUnidad de Materiales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Calle 43 No. 130 por 32 y 34, Colonia Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.
(a19200902@alumnos.uady.mx, yamile.perez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La caracterización de materiales permite conocer sus propiedades y alcances. Por otro lado, la síntesis de membranas híbridas mediante el método sol-gel, consiste en la unión química del polímero/ligando orgánico al sustrato utilizando un enlazador inorgánico/modificado orgánicamente. Este método consiste en dos reacciones principales: la hidrólisis de un precursor sol-gel y su posterior condensación [1]. Finalmente, un proceso de secado elimina el exceso de disolvente generando cierta compresión de la superficie produciendo un sólido con gran potencial para ser usado como membrana sorbente [2]. En este estudio se presentan los resultados de caracterización por ángulo de contacto, espesor y FTIR de membranas sintetizadas a partir de polidimetilsiloxano y dos agentes alcoxisilados en una reacción en diferentes estequiometrías, con el fin de conocer el efecto de esta variación en sus propiedades.

Metodología. Materiales: Diclorometano (DCM), Polidimetilsiloxano (PDMS), Triethoxifenilsilano (TEFS), 3-Cianopropiltriethoxisilano (CNPrTEOS) y Ácido trifluoroacético (TFA) al 95% v/v.

Se sintetizaron membranas híbridas, con diferentes estequiometrías en relación PDMS:AgenteAlcoxisilado, mediante el método SOL-GEL de la siguiente manera: en un tubo Corning se adicionaron DCM y PDMS, en las proporciones reportadas en literatura [2], y se homogenizaron mediante agitación en vórtex por 3 minutos. Luego, se añadieron sucesivamente TEFS y CNPrTEOS, con agitación por 4 minutos tras cada adición. Posteriormente, se incorporó TFA como catalizador y se agitó por 2 minutos. La mezcla se llevó a baño ultrasónico por 5 minutos, se vertió en moldes de teflón colocados sobre una superficie nivelada y se dejó secar 7 días a temperatura ambiente. Por último, se sometieron a estufa convencional LUZEREN con vacío para eliminar residuos de solvente en rampa de calentamiento a 60° (24h), 120° (24h) y 180° (4h).

Se realizaron pruebas de caracterización de ángulo de contacto para determinar la capacidad hidrofóbica/hidrofílica de la membrana con un equipo DataPhysics, se midió el espesor con un equipo Mxmoonfree en 8 puntos de la membrana y se les realizó un análisis FT-IR.

Resultados y Discusión. Se sintetizaron 3 diferentes membranas con relación molar RAXS (CNPrTEOS:TEFS) 2:1, 1.5:1.5 y 1:2, figura 1. Las diferentes estequiometrías fueron adecuadas para la obtención de membranas homogéneas. Estas resultaron de coloración blanca/traslúcida y un aspecto flexible.

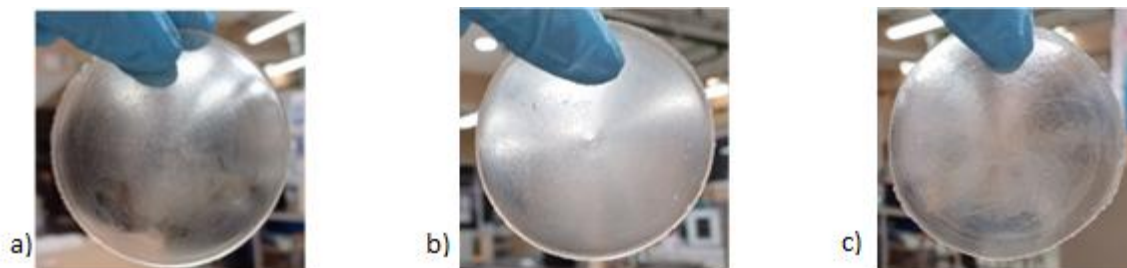


Fig. 1. Membranas PDMS:CNPrTEOS:FENILO obtenidas por el método SOL-GEL con relación molar a) 1:2:1, b) 1:1.5:1.5 y c) 1:1:2.

Los resultados de las caracterizaciones de ángulo de contacto y espesor se muestran en el Cuadro 1; Las membranas presentan características hidrofóbicas menores a las reportadas para el PDMS (108°) en la literatura y mayores para la mezcla PDMS:RAXS (CIANO, 75° y TEFS 76°) [2-4].

Cuadro 1. Resultados de pruebas de caracterización.

Membranas	Espesor (mm)	Angulo de contacto (L, R)	
1:2:1	0.554 ± 0.0254	$101.92^\circ \pm 5.286^\circ$	$101.95^\circ \pm 5.466^\circ$
1:1.5:1.5	0.588 ± 0.1015	$107.13^\circ \pm 3.410^\circ$	$106.43^\circ \pm 3.335^\circ$
1:1:2	0.631 ± 0.0628	$103.21^\circ \pm 5.134^\circ$	$102.32^\circ \pm 4.292^\circ$

En el análisis mediante FT-IR se identificaron las bandas características de los enlaces Si-OH, Si-O-Si y Si-CH₃ presentes en el PDMS a 790 cm^{-1} , 1070 cm^{-1} y 1259 cm^{-1} respectivamente. También se encontraron señales a 2247 cm^{-1} y 1450 cm^{-1} que coinciden con las reportadas en la literatura [5] para -CN y el anillo aromático, las cuales corresponden a los agentes alcóxilisilados CNPrTEOS y TEFS respectivamente.

Conclusiones. Se sintetizaron membranas híbridas compuestas por una mezcla de agentes alcóxilisilados. Las membranas presentaron flexibilidad y coloración blanca/traslúcida, así como un incremento en el valor de ángulo de contacto para las 3 diferentes membranas, indicio que la mezcla de agentes proporcionó mayor hidrofobicidad al material.

Agradecimientos. A la QI. Mariela Lope por su apoyo y a la Facultad de Ingeniería Química y el Laboratorio de Análisis Instrumental por las instalaciones prestadas.

Referencias.

1. Bokov D, Jalil A, Chupradit S, Suksatan W, Ansari M, Shewael I, Valiev G, Kianfar E. (2021). Nanomaterials by Sol-Gel method: synthesis and application. *Advances in Material Science and Engineering*. vol (2021): 7-15.
2. Ávila M. (2018). *Desarrollo y evaluación de recubrimientos poliméricos para su aplicación potencial en la extracción de antibióticos polares por sorción en barras de agitación SBSE*. Universidad Autónoma de Yucatán. 30.
3. Hernández L. (s.f.). *Síntesis y caracterización de membranas anfifílicas a base de Polidimetilsiloxano*. Universidad Autónoma de Yucatán.
4. Liu L, Sheardown H. (2005). Glucose permeable poly (dimethyl siloxane) poly (N-isopropyl acrylamide) interpenetrating networks as ophthalmic biomaterials. *Biomaterials*. vol (26): 233-244.
5. Medina A. (2021). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y térmicas de membranas híbridas obtenidas por sol-gel mediante diversas técnicas de caracterización*. Universidad Autónoma de Yucatán. 29.



Estrategia de pretratamiento para el análisis colorimétrico de cumafós y clorpirifós en miel de *Apis mellifera* por reacción con 4-(4-nitrobencil) piridina

Azcorra Andrade Alfonso Emiliano^a, Muñoz Rodríguez David^a, Lope Navarrete Mariela^a, Barrón Zambrano Jesús Alberto^a, Moguel Ordoñez Yolanda Beatriz^b

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

^bInstituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental, C. 21, Mocochoá, Yucatán, C.P. 97454.

(a21223006@alumnos.uady.mx y david.mr@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La especie *Apis mellifera* es altamente valorada a nivel mundial por su relevancia en el ámbito comercial, cultural, nutricional y medicinal [1]. Sin embargo, las abejas son potencialmente amenazadas por diversos factores, entre ellos el uso de plaguicidas que favorecen el síndrome del colapso de colonias [2]. Los plaguicidas organofosforados (OPPs) pueden causar una alta mortalidad en *A. mellifera*, tanto por exposición directa como indirecta [3]. Ante esta situación, resulta fundamental monitorear los niveles de OPPs en productos apícolas para salvaguardar el crecimiento de la colmena y la salud pública. Una alternativa a los métodos que aplican algún tipo de cromatografía es la aplicación de un método colorimétrico para la detección [4] de los OPPs. No obstante, el análisis colorimétrico en miel enfrenta desafíos por las bajas concentraciones de plaguicidas y alto contenido de azúcares, principalmente fructosa y glucosa [5]. En este contexto, el presente trabajo se centra en explorar alguna estrategia de pretratamiento analítico para evitar que los azúcares demeriten la sensibilidad en el análisis colorimétrico del cumafós y clorpirifós en miel de *Apis mellifera*, utilizando su reacción con 4-(4-nitrobencil) piridina (NBP) para generar un compuesto color magenta [5].

Metodología. Las muestras de miel orgánica de *A. mellifera* se adquirieron en la localidad de Homún, Yucatán, México. Se disolvieron 5 g de miel en 5 mL de agua destilada utilizando tubos Corning de 15 mL. La miel diluida se fortificó usando disoluciones de trabajo de cumafós y clorpirifós, a 10 µg/mL y 1000 µg/mL, para simular concentraciones de 0.1 µg/g y 10 µg/g en la miel. A la miel diluida se añadieron 0.5 g de NaCl al 10 % m/v. Se agregaron 1000 µL de hexano, se agitaron 30 s los tubos en un vórtex y se centrifugaron a 4500 rpm por 5 min. Se separó la fase orgánica y se evaporó a sequedad con flujo de aire. El extracto se reconstituyó en tubos Eppendorf de 2 mL, agregando 1 mL de agua destilada y 100 µL de NBP a 5 % m/v en acetona. El tubo se agitó nuevamente 30 s en un vórtex y se calentó a 100 °C por 20 min en una placa. Luego se llevó a temperatura ambiente y se agregaron 50 µL de tetraetilpentamina. Para extraer el derivado colorido se agregaron 250 µL de acetato de etilo, se agitó y centrifugó a 6000 rpm por 5 min. El extracto se analizó en un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo Scientific modelo Evolution 220) de 400 a 800 nm en presencia de un blanco de reactivos.

Resultados y Discusión. El extracto de acetato de etilo presentó un color magenta. Los espectros (Fig. 1) presentaron una absorbancia máxima de 540 nm de acuerdo con la literatura [5]. En la Fig. 1, las concentraciones de 10 $\mu\text{g/g}$ presentan señales notorias mientras que las concentraciones de 0.1 $\mu\text{g/g}$ la señal analítica está ausente. La derivatización directa en la miel diluida favorece la reacción de Maillard, esto presenta un problema en la formación del derivado colorido de los OPPs [5]. Sin embargo, el empleo de hexano para extraer los plaguicidas evita la interferencia de los azúcares permitiendo una detección más sensible en el análisis colorimétrico. Esto sugiere que la extracción con hexano requiere repetirse 2 veces más para incrementar la señal de 0.1 $\mu\text{g/g}$. Una alternativa es aplicar otra estrategia para eliminar el exceso de fructosa y glucosa.

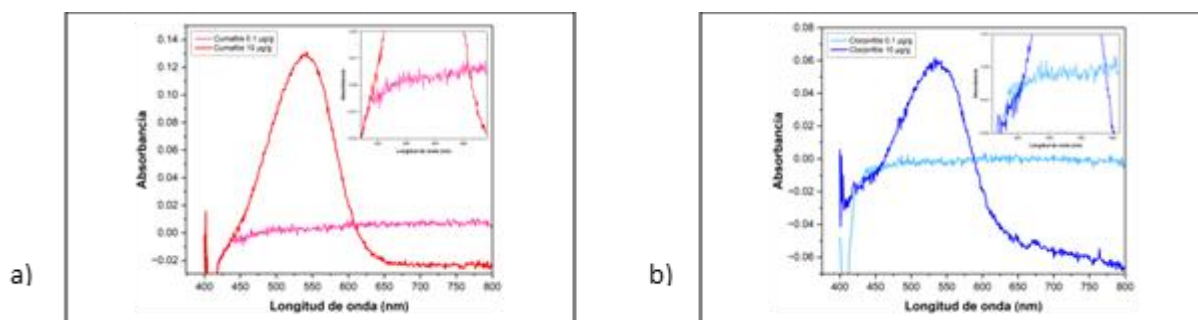


Fig. 1. Espectros de los diferentes plaguicidas organofosforados (OPP). a) barridos del cumafós en concentraciones 0.1 $\mu\text{g/g}$ y 10 $\mu\text{g/g}$, b) barridos del clorpirifós en concentraciones 0.1 $\mu\text{g/g}$ y 10 $\mu\text{g/g}$.

Conclusiones. La estrategia de pretratamiento analítico se adaptó eficazmente con el método de detección colorimétrica del cumafós y clorpirifós en miel de *Apis mellifera* a 10 $\mu\text{g/g}$. Sin embargo, la banda de absorción estuvo ausente al aplicar el método en concentraciones de cumafós y clorpirifós menores o iguales que 0.1 $\mu\text{g/g}$.

Agradecimientos. Se agradece a la Facultad de Ingeniería Química de la UADY por el espacio brindado y al personal del Laboratorio de Análisis Instrumental.

Referencias.

1. Baena-Díaz, Chévez, Ruiz de la Merced, Porter-Bolland (2022) *Apis mellifera* en México: Producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. *Rev Mex Cienc Pecu.* **13** (2): 525–548.
2. Ek-Huchim, López-Torres, Lara-Flores, del Río-Rodríguez, Dzul-Caamal (2022) Organochlorine pesticides (OCPs) impact on the immunological activation pathways of the honey bee (*Apis Mellifera*). *JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático.* **4** (1): 79–90.
3. Ayoub, Yaqoob, Kanth, Wani, Shah, Dar, Wani, Mir, Naikoo, Gull, Arif, Alwasel, Alwahibi (2024) Exposure to organophosphate insecticides induces behavioral changes and acetylcholinesterase inhibition in *Apis Mellifera*. *Ecotoxicol Environ Saf.* **287**: 117279.
4. Wu, Li, Wang, Zhao, Dong, Wang (2017) Gold nanoparticles dissolution based colorimetric method for highly sensitive detection of organophosphate pesticides. *Sens Actuators B Chem.* **238**: 427–433.
5. Koyoc Xequib (2023) Adecuación de un método colorimétrico para la detección de cumafós en miel de abeja *Apis Mellifera*. Universidad Autónoma de Yucatán.



Correlación teoría-experimento en la conductividad eléctrica de nanocompuestos poliméricos con nanotubos de carbono

Ayala Ruano Arturo Sebastián*, Oliva Avilés Andrés Iván

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Industrias no contaminantes, Mérida, Yucatán, C.P.
97310

(*a17003970@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Los nanotubos de carbono (NTCs) son alótropos del carbono con excelente conductividad eléctrica. Al incorporarse en matrices poliméricas, mejoran notablemente las propiedades del material compuesto, haciéndolo adecuado para aplicaciones tecnológicas avanzadas en sectores como el automotriz y el aeroespacial [1]. Debido a su geometría, particularmente su alta relación longitud-diámetro, ha surgido un gran interés en comprender cómo estas características influyen en la respuesta eléctrica del sistema. Este trabajo analiza la conductividad eléctrica efectiva de un elemento de volumen representativo (RVE) bidimensional con NTCs dispersos en una matriz polimérica, utilizando simulaciones computacionales en Python que modelan su distribución mediante métodos estocásticos [2]. El objetivo de este estudio es correlacionar los resultados de simulaciones computacionales con mediciones experimentales de la conductividad eléctrica en nanocompuestos con nanotubos de carbono, considerando distintas configuraciones geométricas.

Metodología. Se desarrolló un algoritmo en Python con el objetivo de crear sistemas interconectados que emulen el comportamiento de NTCs distribuidos dentro de un RVE del sistema NTC/polímero. Para ello, se genera una distribución aleatoria de NTCs dentro de un dominio cuadrado con dimensiones $L_{RVE} \times L_{RVE}$. Cada NTC posee un diámetro de 30 nm, mientras que sus longitudes, denominadas L_{NTC} serán variables. Se parte de un punto inicial (x_1, y_1) generado de manera aleatoria, y a partir de este primer punto se genera un segundo vértice desplazando este punto una medida del diámetro de un NTC y en una dirección definida por un ángulo aleatorio. Las ecuaciones que definen entonces cada vértice del NTC son,

$$x_i = x_{i-1} + l_s \cos(\theta_{random}) \quad y_i = y_{i-1} + l_s \sin(\theta_{random}) \quad (1)$$

donde l_s representa la longitud de cada segmento generado para formar la ondulación del NTC, definida como la división de la longitud total del nanotubo entre el número de segmentos, $l_s = L_{CNT}/N$. Cada segmento se genera como un rectángulo con orientación aleatoria, conectándose en secuencia para emular la curvatura del NTC. Una vez generada la red de NTCs, se asignan las resistencias eléctricas individuales considerando los mecanismos de conducción por tunelamiento, contacto y transporte balístico [3]. De este modo, se formó una red equivalente de resistores. Para resolverla, se aplicaron las leyes de Kirchhoff junto con el método de análisis de nodos simplificado, debido al alto costo computacional del sistema completo.

A través de esta resistencia equivalente calculada, se obtiene el valor de la conductividad eléctrica global del sistema.

Resultados y Discusión. La Fig. 1a presenta las conductividades eléctricas calculadas para distintas longitudes de NTCs inspiradas de trabajos experimentales [4-6]. Se logra reproducir el efecto de la longitud de los NTCs sobre la conductividad eléctrica, tal como se analiza en el estudio [4]. Por otro lado, en la Fig. 1b se observa que también es posible correlacionar los resultados generados variando el estado de alineación de los NTCs con trabajos experimentales, lo cual sugiere que la orientación estructural juega un papel importante en el transporte eléctrico del material [5,6].

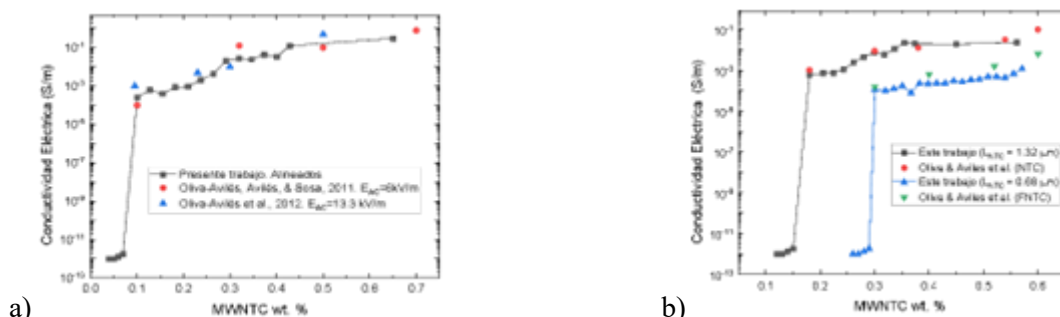


Fig. 1. a) Comparación de resultados experimentales y simulaciones ajustadas para el efecto de la longitud de los NTCs, b) Comparación de resultados experimentales y simulaciones ajustadas para el efecto de la alineación preferencial de los NTCs.

Conclusiones. A pesar de tratarse de un diseño bidimensional, el modelo computacional desarrollado permitió simular de forma efectiva redes de NTCs y su comportamiento eléctrico. Se obtuvo una buena correlación con resultados experimentales, destacando la influencia de la longitud y alineación de los NTCs en la conductividad del sistema.

Agradecimientos. Arturo Ayala agradece a la SECIHTI (antes CONAHCYT) por la beca de ayudante de investigador otorgada bajo el convenio número I01200/117/2024.

Referencias

1. Rafique I., Kausar A., Anwar Z., Muhammad B. (2015) Exploration of epoxy resins, hardening systems, and epoxy/carbon nanotube composite designed for high performance materials: A review. *Polym. Plast. Technol.* **vol** 55(33): 312-333.
2. Tamayo-Vegas S., Muhsan A., Liu C., Tarfaoui M., Lafdi K. (2022) The effect of agglomeration on the electrical and mechanical properties of polymer matrix nanocomposites reinforced with carbon nanotubes. *Polymers.* **vol** 14(9): 1842.
3. Alizadeh Sahraei A, Ayati M, Rodrigue D, Baniassadi M (2020) A computational approach to evaluate the nonlinear and noisy DC electrical response in carbon nanotube/polymer nanocomposites near the percolation threshold. *Comput. Mater. Sci.* **vol** (173):109439.
4. Avilés F., Oliva A.I., Ventura G., May-Pat A., Oliva-Avilés A.I. (2019) Effect of carbon nanotube length on the piezoresistive response of polymethyl methacrylate. *Eur. Polym. J.* **vol** (110):394–402
5. Oliva-Avilés A.I., Avilés F., Sosa V. (2011) Electrical and piezoresistive properties of multi-walled carbon nanotube/polymer composite films aligned by an electric field. *Carbon.* **vol** 49(10):2989–2997.
6. Oliva-Avilés A.I., Avilés F., Sosa V., Oliva A.I., Gamboa F. (2012) Dynamics of carbon nanotube alignment by electric fields. *Nanotechnology.* **vol** 23(46):465710.

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

Briceño-Vargas Flor María^a, Mirón-López Gumersindo^b, Quijano-Quiñones Ramiro F.^a

^aLaboratorio de Química Teórica, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, calle 43 S/N x 96 Paseo de las Fuentes y 40 Col. Inalámbrica. C.P. 97069, Mérida, Yucatán, México

^bLaboratorio de Resonancia Magnética Nuclear, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México

(a15001548@alumnos.uady.mx, ramiro.quijano@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Pese a que la reacción Diels-Alder (DA) posee diversas aplicaciones industriales, su papel en la naturaleza continúa siendo tema de discusión. Aunque más de cuatrocientos metabolitos secundarios han sido señalados como posibles aductos DA, algunos de ellos pueden formarse mediante procesos alternos.[1, 2] Los productos naturales DA se encuentran en múltiples familias vegetales, siendo Celastraceae particularmente notable por sus dímeros DA de origen terpénico.[3] Entre éstos, las cheiloclinas A-I de *Cheiloclinium hippocrateoides* sobresalen por ser un caso único de aislamiento de estereo y regioisómeros a partir de un solo organismo, lo que llevó a Mesa-Siveiro *et al* a proponer que estos dímeros son producto de una reacción Hetero-Diels-Alder (HDA) entre un triterpeno celastroloide y un sesquiterpeno guayano.[4] De esta forma, en el presente trabajo se evaluó esta hipótesis empleando métodos computacionales para analizar los mecanismos de formación de las cheiloclinas.

Metodología. El análisis del perfil de reacción de las cheiloclinas A-I se llevó a cabo mediante el modelo multiescala ONIOM (QM1:QM2). El anillo A del triterpeno y la estructura completa del guayano se trataron con el nivel QM1, con el funcional M06-2X y la base 6-31G(d,p), mientras que el resto de la molécula se modeló con el método semiempírico xTB, definido como nivel QM2. Asimismo, se incorporó agua de manera implícita, utilizando el esquema de solvatación ALPB. De este modo, se determinaron los puntos estacionarios para cada etapa de la reacción, junto con los modos normales de vibración a 298.15 K, 1 atm y 1 M de concentración. Consecuentemente, para corroborar la correspondencia entre los puntos estacionarios, se calculó la Coordenada Intrínseca de Reacción (IRC). Para esto se usaron los programas ORCA 5.0.3, xTB 6.6.0 y los visores Avogadro 1.2.0 y UCSF ChimeraX.

Resultados y Discusión. Los cálculos revelan dos vías de formación para las cheiloclinas A-I: en el caso de los compuestos C, D, E, F, G e I, el proceso es concertado, acorde con la hipótesis de Mesa-Siveiro. Por otro lado, los compuestos A, B y H siguen un mecanismo tándem de dos etapas, que inicia con una reacción Hetero-Diels-Alder entre la unidad de ciclopentadieno del guayano y los grupos carbonilo en el anillo A del celastroloide. Esta primera etapa genera un intermediario bicíclico que sufre un rearreglo retro-Claisen para formar el producto final. El mecanismo tándem presenta menores costes energéticos en comparación con el concertado, como puede verse en el cuadro 1. En el paso limitante HDA, las energías



libres de activación (ΔG) oscilan entre 20 y 22 kcal/mol, cercanas al rango de síntesis espontánea en organismos vivos.[5] Las cheiloclina E e I, de origen concertado, se encuentran igualmente dentro de este rango. Por último, las cheiloclina C, D, F y G exhiben ΔG por encima de las 30 kcal/mol. Todas las vías de formación para las cheiloclina A-I son de carácter exergónico.

Cuadro 1. Energías libres de activación ($\Delta G^\ddagger$), energías libres relativas de los intermediarios (ΔG_{int})^a y energías libres de reacción (E_{reac}) para las cheiloclina A-I, en kcal/mol.

Cheiloclina	$\Delta G_1^\ddagger$	ΔG_{int}	$\Delta G_2^\ddagger$	E_{reac}
A	+21.76	+5.00	+16.75	-18.50
B	+17.95	+2.59	+15.17	-20.84
C	+32.77	N/A ^b	N/A	-18.11
D	+32.88	N/A	N/A	-18.91
E, 6'R	+21.96	N/A	N/A	-33.36
E, 6'S	+23.32	N/A	N/A	-32.00
F	+34.36	N/A	N/A	-22.00
G	+36.24	N/A	N/A	-19.79
H	+20.74	+5.33	+11.35	-25.16
I	+20.84	N/A	N/A	-22.54

^aLa energía es relativa a los reactivos separados.

^b N/A: No aplica

Conclusiones. Los cálculos permitieron identificar dos vías de formación para las cheiloclina A-I: un mecanismo concertado y un mecanismo tándem en dos etapas. Los resultados obtenidos demuestran la diversidad mecanística en la formación de productos naturales DA. Además, el análisis de las energías de activación señala que cheiloclina A, B, E, I y H son compatibles con una formación espontánea, sin necesidad de asistencia enzimática.

Agradecimientos. Este trabajo fue realizado con el apoyo de una beca #4012284 concedida por SECIHTI, así como del proyecto 6-2024 otorgado por el LANCAD UNAM y el registro SITPROY FQUIM-2024-0001.

Referencias.

- Quijano-Quñones R, Castro-Segura C, Mena-Rejón G, Quesadas-Rojas M, Cáceres-Castillo D (2018) Biosynthesis of Grandione: An Example of Tandem Hetero Diels-Alder/Retro-Claisen Rearrangement Reaction? *Molecules* **23**(37):2505
- Quesadas-Rojas M, Mena-Rejón GJ, Castro-Segura CS, Cáceres-Castillo DR, Quijano-Quñones RF (2021) Theoretical insight into the on-water catalytic effect in the biogenesis of triterpene dimers: from one-step to two-step hetero Diels-Alder reactions. *New J Chem* **45**(10):22417–22423
- Bazzocchi IL, Núñez MJ, Reyes CP (2018) Diels-Alder adducts from Celastraceae species. *Phytochem Rev* **17**(4):669–690
- Mesa-Siverio D, Chávez H, Estévez-Braun A, Ravelo ÁG (2005) Cheiloclina A–I. First examples of octacyclic sesquiterpene-triterpene hetero-Diels-Alder adducts. *Tetrahedron* **61**(2):429–436

Influencia del estado de dispersión de nanotubos de carbono en las propiedades eléctricas de nanocompuestos a través de simulaciones computacionales

Canché Martín Juan Alberto, Oliva-Avilés Andrés Iván

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Av. Industrias no contaminantes, Mérida, Yucatán, 97203.
(A18003667@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En las últimas décadas, los nanotubos de carbono (CNTs, por sus siglas en inglés) han destacado como refuerzos en matrices poliméricas por su alta conductividad eléctrica y robustez mecánica. El estado de dispersión de los CNTs en la matriz polimérica juega un rol clave en la conformación de redes conductoras y, por ende, en las propiedades eléctricas de los compuestos, característica clave para aplicaciones en sensores y dispositivos electrónicos [1-3]. Este trabajo emplea simulaciones computacionales para analizar la influencia de la morfología y el estado de dispersión de los CNTs en la formación de redes conductoras en nanocompuestos CNT/polímero, proponiendo estrategias para optimizar sus propiedades eléctricas. El objetivo es desarrollar un modelo computacional eficiente que permita predecir la influencia de la dispersión en la conductividad de los nanocompuestos.

Metodología. Se desarrolló un modelo discreto en *Python* que representa CNTs como cadenas de esferas concatenadas con morfología ondulada. El modelo genera distribuciones uniformes y aglomeradas en un elemento de volumen representativo (RVE, por sus siglas en inglés) con condiciones de frontera periódicas. Para detectar redes conductoras se emplearon estructuras *KD-Tree* y algoritmos *union-find*, considerando efecto túnel y distancias de van der Waals. Se analizaron variaciones en longitud, ángulo de torsión y grado de aglomeración para evaluar el efecto de estos parámetros morfológicos de los CNTs en la probabilidad de percolación eléctrica de los nanocompuestos.

Resultados y Discusión. Los resultados muestran que CNTs más largos y rectos reducen significativamente el umbral de percolación, mientras que mayores ángulos de torsión (mayor ondulación) incrementan la fracción de volumen crítica para la conducción eléctrica. Aglomerados grandes mantienen un comportamiento similar a la dispersión uniforme, pero clusters pequeños generan redes locales aisladas y una transición percolativa más gradual y fluctuante. Además, se observó que la conectividad global mejora cuando la longitud de los CNTs se incrementa, lo que facilita la formación de caminos conductivos continuos. En contraste, la presencia de aglomerados pequeños incrementa la sensibilidad del sistema a variaciones estructurales, provocando fluctuaciones notables en la probabilidad de percolación.

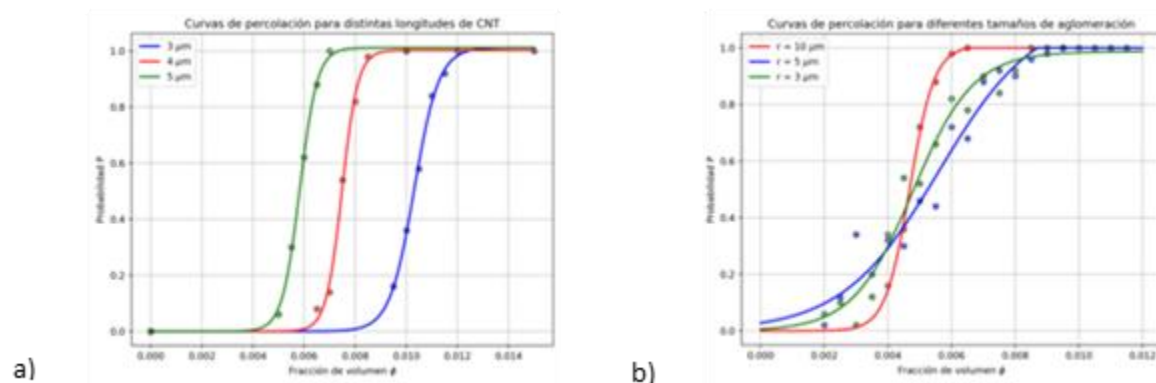


Fig. 1. Curvas de probabilidad de conectividad eléctrica en sistemas CNT/polímero. a) Probabilidad de percolación eléctrica como función de a) tamaño de los CNTs y b) tamaño de aglomerados (r).

La concordancia con los resultados experimentales y el modelo percolativo reportados en [4] respalda la capacidad del enfoque propuesto para reproducir tendencias conocidas en nanocompuestos con CNTs, manteniendo un equilibrio entre precisión y costo computacional y sin requerir elementos adicionales, lo que refuerza su aplicabilidad en el diseño de materiales avanzados.

Conclusiones. La morfología y dispersión de CNTs determinan el umbral de percolación y la conductividad de nanocompuestos. Controlar la longitud, grado de ondulación y grado de aglomeración permite optimizar su desempeño eléctrico. El modelo computacional desarrollado es eficiente, preciso y aplicable al diseño de materiales para sensores piezorresistivos y otras aplicaciones electrónicas.

Agradecimientos. Se agradece al Dr. Oliva Avilés por el apoyo brindado, a la Universidad Anáhuac Mayab por el respaldo logístico, y a la Universidad Autónoma de Yucatán por la formación recibida. Este trabajo fue financiado por la SECIHTI mediante el programa de Ayudante de Investigador SNII, con número de beca C-2114927/2024

Referencias

1. Tanabi, H. & Erdal, M. (2019) Results in Physics, 12, 486–503.
2. Mi, D., Zhao, Z. & Bai, H. (2023) Polymers, 15(10), 2370.
3. Tang, Z.-H., Li, Y.-Q., et al. (2021) Composites Communications, 23, 100577.
4. Jung, S., Choi, H. W., et al. (2019) Scientific Reports, 9(1).

Desarrollo de membranas PET modificadas con sargazo y óxido de cobre para la remoción de tintes azoicos

Espadas Rodriguez Brad Valentino, González Chan Irving Josué.

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 43 s/n x 96 Paseo de las Fuentes y 40 Col. Inalámbrica. C.P. 97069 Mérida, Yucatán, México
(a17003547@alumnos.uady.mx, irving.gonzalez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Los tintes azoicos son comúnmente empleados en las industrias como la textil, alimentaria y farmacéutica, y su uso representa un riesgo significativo para la salud humana y el medio ambiente debido a su carácter tóxico, mutagénico y cancerígeno [1]. La remoción de tintes azoicos mediante separación por membranas es una técnica eficiente y ampliamente estudiada en el tratamiento de aguas [2]. En este proyecto se propone el uso de membranas poliméricas para la remoción de estos tintes utilizando sargazo usando como agente modificante, polietileno tereftalato (PET) reciclado y polietilenglicol (PEG). A esto se suman nanopartículas de óxido de cobre (CuO) que tendrán la finalidad de mejorar las propiedades fisicoquímicas de la membrana afectando su afinidad por compuestos orgánicos como los tintes azoicos [3].

Metodología. La preparación de la membrana comienza con el tratamiento del sargazo, el cual se somete a una serie de lavados químicos con hidróxido de sodio al 3% para eliminar impurezas. Posteriormente, el material se seca, muele y tamiza para obtener un polvo fino rico en celulosa. De forma paralela se procede al reciclaje de botellas de PET, las cuales son limpiadas, cortadas y disueltas en fenol, para luego ser combinadas con polietilenglicol (PEG), generando una solución polimérica homogénea. A esta solución se le incorpora el polvo de sargazo, seguido de la adición de nanopartículas de óxido de cobre en diferentes proporciones. Las membranas se sintetizan mediante la técnica de inversión de fases, que consiste en extender la mezcla polimérica sobre una placa de vidrio utilizando un aplicador de película de 250 μm de espesor. Luego, la placa se sumerge en un baño de agua con etanol (relación 1:6), lo que provoca la separación de fases y la formación de la membrana, una vez formada la membrana, esta se lava con agua desionizada para eliminar residuos fenólicos y se deja secar.

Resultados y Discusión. El espectro FTIR del polímero presenta una banda a 1725.98 cm^{-1} , la cual se atribuye a la vibración de estiramiento del grupo carbonilo C=O. Para 1261.51 cm^{-1} se observa una banda correspondiente a la vibración de estiramiento del enlace C–O, la señal a 1098.76 cm^{-1} se asocia con la vibración de flexión del enlace C–O posiblemente relacionada con un entorno químico distinto o una contribución adicional del esqueleto del polímero.

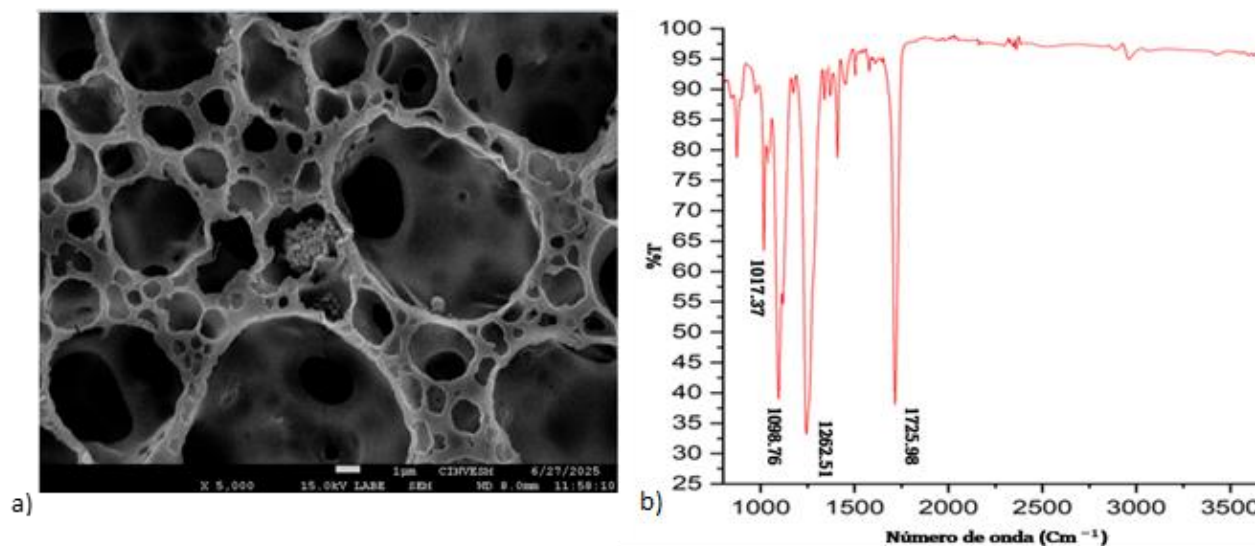


Fig. 1. Caracterización de la membrana de referencia a) Estudio morfológico mediante microscopía electrónica de barrido de la membrana polimérica PET-sargazo b) Análisis espectroscópico FTIR de una membrana híbrida de PET-Sargazo.

La microscopía electrónica de barrido (SEM) muestra que la membrana posee una superficie altamente porosa, con poros de diferentes tamaños distribuidos de manera heterogénea. Estos poros forman una red tridimensional de canales interconectados, lo cual podría favorecer el transporte de fluidos o solutos a través de la estructura. La incorporación de nanopartículas de CuO confiere a la membrana una tonalidad negra distintiva en comparación con la de referencia, lo que constituye un indicio visual de su presencia y sugiere posibles modificaciones en sus propiedades ópticas, térmicas y mecánicas.

Conclusiones. Los resultados muestran una buena compatibilidad entre el PET reciclado y el sargazo, reflejada en un material consistente y con estructura porosa. Esta porosidad, junto con los grupos funcionales detectados por FTIR, podría favorecer la retención de compuestos azoicos mediante interacciones moleculares.

Agradecimientos. Se agradece al Laboratorio de Fisicoquímica de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) por proporcionar el espacio, los materiales y los reactivos necesarios. De igual forma, se reconoce el apoyo del CINVESTAV en la ejecución de las técnicas de caracterización.

Referencias

1. Goswami, D., Mukherjee, J., Mondal, C., & Bhunia, B. (2024). Bioremediation of azo dye: A review on strategies, toxicity assessment, mechanisms, bottlenecks and prospects. *Science of the Total Environment*, 954, 176426.
2. Cheng, Y., Ying, Y., Japip, S., Jiang, S.-D., Chung, T.-S., Zhang, S., & Zhao, D. (2018). Advanced porous materials in mixed matrix membranes. *Advanced Materials*, 32, 1802401.
3. Álvarez, M. D., Molina, M. J., & Recalde, G. A. (2021). Contaminantes emergentes en aguas y remediación de suelos con nanopartículas. Zenodo.

Estudio cinético de la extracción por sorción de ivermectina con agitadores magnéticos

Aguilar Tzec Josue Ariel, Muñoz Rodríguez David, Baz Rodríguez Sergio Antonio

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Inn, Perif. de Mérida Lic. Manuel Berzunza 13615, Chuburná de Hidalgo, 97203 Mérida, Yuc.

(a21215724@alumnos.uady.mx, david.mr@correo.uady.mx, sergio.baz@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El análisis de contaminantes emergentes, como la ivermectina, presenta desafíos debido a las bajas concentraciones a las que se liberan al ambiente y al uso intensivo de solventes en métodos convencionales de recuperación. Para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la cuantificación y recuperación de estos contaminantes, se han desarrollado técnicas de extracción basadas en sorción con barras de agitación utilizando materiales como el PDMS (polidimetilsiloxano). El diseño y la evaluación de la geometría de los agitadores puede realizarse a través de la dinámica de fluidos computacional (CFD, por sus siglas en inglés) [1,2]. Sin embargo, la CFD requiere de parámetros cinéticos y de transporte que permitan describir con precisión el comportamiento del sistema, los cuales deben ser determinados experimentalmente. A pesar de su relevancia, son limitados los estudios que integran los parámetros en la caracterización de este proceso. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la cinética y los parámetros de transporte asociados a la sorción de ivermectina en barras de agitación recubiertas con una película basada en PDMS.

Metodología. Los parámetros cinéticos que se consiguieron fue la cinética y la isoterma de adsorción, para obtenerlos se llevaron a cabo pruebas duplicadas utilizando soluciones acuosas de ivermectina preparadas en seis concentraciones diferentes: 50, 40, 30, 20, 10 y 5 ppm [3]. Cada solución fue colocada en agitación a 300 rpm sobre una parrilla magnética, introduciendo una barra de agitación recubierta con PDMS, cuya elaboración puede ser consultada en un trabajo previo [4]. Durante el experimento, se realizaron mediciones cada 15 minutos utilizando un espectrofotómetro UV-Vis (Thermo scientific modelo evolution 220), hasta completar un tiempo total de 2 horas.

Los datos obtenidos a partir de los barridos espectrales se analizaron identificando el área de los picos de absorción para construir la curva de cinética de adsorción (concentración vs. tiempo). Posteriormente, se identificó el punto de equilibrio en cada caso y se graficó un promedio de las concentraciones posteriores al punto de equilibrio contra la concentración inicial, lo que permitió construir la isoterma de adsorción.

Resultados y Discusión. La cinética de la ivermectina se presenta en el diagrama (a) donde se observa que posterior a los 45 minutos el cambio de concentración entre muestras es pequeña, por lo que se interpreta que alcanzó el equilibrio. Las concentraciones fueron previamente extrapoladas de los barridos tomados como el que se presenta en la gráfica (b), en donde el pico se puede observar a la longitud de onda de 249 nm, mientras que en la literatura el pico se encuentra a 248 nm [5].

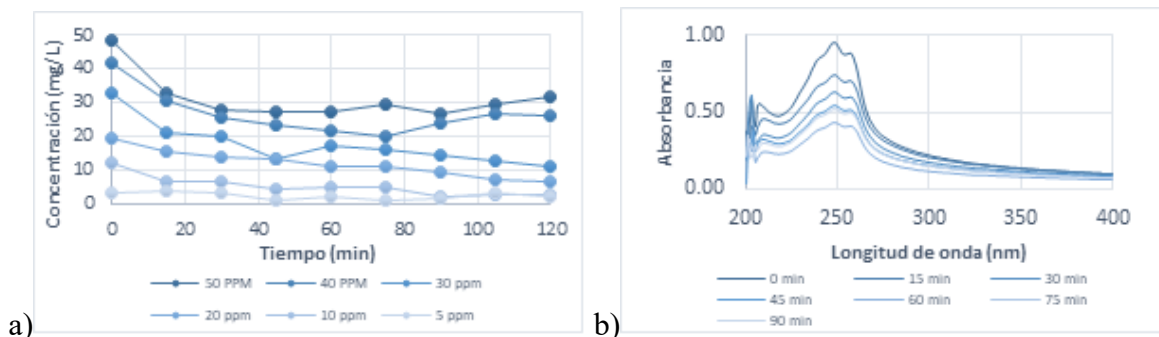


Fig. 1. En diagrama (a) se encuentran los promedios del duplicado de las pruebas, en el eje x se tiene el tiempo de muestra y en el eje y la concentración de ivermectina. (b) Espectro de onda de la ivermectina a la concentración de 50 ppm

Conclusiones. Los resultados experimentales permitieron caracterizar el proceso de extracción por sorción de ivermectina en medio acuoso. Se observó una tendencia clara de disminución en la concentración de ivermectina en función del tiempo, lo cual permitió identificar el comportamiento dinámico del sistema y aproximarse al equilibrio de sorción.

Estos resultados respaldan la viabilidad del sistema propuesto como alternativa para la preconcentración de contaminantes emergentes. Los avances logrados constituyen una base sólida para continuar con la fase de simulación y optimización del proceso, permitiendo eventualmente mejorar la eficiencia del sistema mediante herramientas computacionales.

Agradecimientos. Al personal del Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería Química por su apoyo con material y el manejo de los equipos.

Referencias.

1. A. Ramírez-López, “Analysis of mixing efficiency in a stirred reactor using computational fluid dynamics,” *Symmetry*, vol. 16, no. 2, p. 237, Feb. 2024, doi: 10.3390/sym16020237.
2. R. Amna, K. Ali, and S. M. Alhassan, “Computational Fluid dynamics Analysis of mercury adsorption by Inverse-Vulcanized porous sulfur copolymers,” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 62, no. 31, pp. 12277–12290, Jul. 2023, doi: 10.1021/acs.iecr.3c01674.
3. Burgos-Tan, M.J., Pérez-Padilla, Y., Avila-Ortega, A., Barrón-Zambrano, J.A., Vilchis-Néstor, A.R., Carrera-Figueiras, C., Muñoz-Rodríguez, D., 2017. Preparation, characterization and evaluation of a hybrid polymeric coating with sorbent properties. *Chemical Papers* 71, 1205–1215. <https://doi.org/10.1007/s11696-016-0113-4>
4. Muñoz-Rodríguez, D., Pérez-Padilla, Y., Ávila-Ortega, A., Barrón-Zambrano, J.A., Carrera-Figueiras, C., 2021. Coating evaluation of polydimethylsiloxane-aminopropylsiloxane for stir bar sorptive extraction. *J Coat Technol Res* 18, 1143–1151. <https://doi.org/10.1007/s11998-021-00471-3>
5. Avila Martinez (2018) Desarrollo y evaluación de recubrimientos poliméricos para su aplicación potencial en la extracción de antibióticos polares por sorción en barra de agitación. Universidad autónoma de Yucatán.

Producción de metabolitos funcionales en tomate: el papel sinérgico de las micorrizas y los insecticidas

Vela-Solís Ramón^a, Medina-Dzul Kati^a, Ballina-Gómez Horacio^a, Ruiz-Sánchez Esaú^a, Ruiz-Santiago Roberto^b.

^aDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal, Av. Tecnológico s/n. Conkal, Yucatán. C.P. 97345.

^bSECIHTI-GERMOLAB, Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205

(mm15800220@conkal.tecnm.mx y kati.md@conkal.tecnm.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) enfrenta constantes amenazas por fitófagos, contra los cuales activa defensas químicas basadas en metabolitos secundarios, en este sentido, estas moléculas son fundamentales como mecanismo de defensa contra diversos factores bióticos y abióticos del entorno, su importancia radica en que aumentan la supervivencia y el éxito reproductivo de la planta en condiciones adversas. Esta capacidad no solo es vital para su supervivencia, sino que también tiene un impacto significativo en la ecología de los ecosistemas y en aplicaciones humanas (medicinas, plaguicidas naturales, aromas, etc.). El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de metabolitos funcionales (fenoles, alcaloides y flavonoides) en un cultivo de tomate bajo la aplicación de hongos micorrízicos e insecticidas.

Metodología. El estudio se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y un control. El tratamiento control (T1: sin aplicación), el tratamiento dos (T2: aplicación de la combinación de hongos micorrízicos e insecticidas); el tratamiento tres (T3: aplicación de hongos micorrízicos); el tratamiento cuatro (T4: aplicación de insecticidas). A T2 y T3 se aplicó 1 g de micorriza *Rhizophagus intraradices* al momento del trasplante mientras que a los T2 y T4 se aplicaron los insecticidas Confidor a los 1, 7, 20 días y Palgus a los 35 y 42 días después del trasplante. Se colectaron insectos durante el experimento y se identificaron en el laboratorio de plagas agrícolas a nivel familia. En la etapa de floración se cuantificaron los fenoles de acuerdo con el método propuesto por Rojano *et. al.* [1], los alcaloides bajo la técnica de gravimetría [2] y los flavonoides se cuantificaron por el método colorimétrico del cloruro de aluminio [3]. El análisis de los resultados se realizó mediante modelos lineales generalizados.

Resultados y Discusión. Se colectaron en la etapa de floración un total de 130 artrópodos insectos y no insectos en el cultivo, el tratamiento control presentó el mayor porcentaje de individuos (33.07), seguido del tratamiento con micorriza (27.69) y por último el tratamiento con insecticida (18.46). La aplicación de agroquímico ayudó a reducir las poblaciones plaga de los cultivos. Con respecto a las familias, el tratamiento control es quien presentó más familias (13), mientras que el tratamiento con insecticidas presentó menor número (8). En el análisis de metabolitos secundarios (Cuadro 1), los compuestos



fenólicos no presentaron diferencias estadísticas ($F = 3.18$; $p = 0.0846$). En el contenido de alcaloides se observaron diferencias estadísticas significativas ($F = 12.15$; $p = 0.0024$), en donde el tratamiento con la combinación de micorriza e insecticida presentó menor concentración de estas moléculas funcionales con respecto a los otros tratamientos, lo que coincide con el menor número de insectos encontrados, estos metabolitos proveen de un sabor amargo a las hojas como mecanismo de defensa [4], pero probablemente las plantas estuvieron sometidas a un menor estrés produciendo menos cantidad de alcaloides. Por último, los flavonoides también presentaron diferencia significativa ($F = 9.53$; $p = 0.0051$), el tratamiento con insecticida presentó mayor concentración mientras que el tratamiento control y la micorriza presentaron la menor concentración. Los flavonoides, además de proteger a la planta contra fitófagos, ayudan al estrés causado por factores ambientales [4].

	Fenoles (mg/100g)	Alcaloides (%)	Flavonoides (mg/100g)
Control	38.24±2.76	4.04±0.32 b	273.42±16.19 a
T2	46.17±3.33	2.28±0.18 a	363.77±21.55 ab
T3	50.64±3.65	3.82±0.31 b	308.57±18.28 a
T4	40.15±2.90	4.08±0.33 b	414.63±24.56 b

Cuadro 1. Concentraciones obtenidas de los metabolitos secundarios bajo las técnicas empleadas. Media (±E.E.). Letras diferentes indican diferencia significativa (Bonferroni < 0.05).

Conclusiones. En este estudio se observó que la aplicación de micorrizas podría estar implicada en el aumento de la concentración de los metabolitos secundarios foliares como los fenoles para defensa contra fitófagos. Esto representa elevada importancia ya que puede servir como ayuda al agricultor en la aplicación de técnicas sostenibles con el medio ambiente. Adicionalmente la producción de moléculas funcionales podría ser útil para las industria alimenticia, farmacéutica o biotecnológica.

Agradecimientos. Se agradece al SECIHTI por la beca que se me otorgó número de CVU 1310058. De igual manera a la Ing. Magdalena Gómez por el apoyo brindado en el Laboratorio.

Referencias.

1. Rojano B, Ochoa C, Sánchez N, Medina C, Lobo M, Galeano P, Mosquera A, Tamayo A, Lopera Y, Gaviria C (2009) Propiedades antioxidantes de los frutos de agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). In: Ligarreto G (ed) Perspectivas de cultivo de agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz) en la zona altoandina de Colombia. Primera edición. Bogotá, pp 95–112
2. Haborne J (1973) Phytochemical Methods, Chapman and Hall, London, pp 11-21.
3. Chang C, Yang M, Wen, H, Chern, J. (2002) "Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods," *Journal of Food and Drug Analysis*: Vol. 10 : Iss. 3 , Article 3.
4. Patil J, Mhatre K, Yadav K, Yadav L, Srivastava S, Nikalje G. (2024) Flavonoids in plant-environment interactions and stress responses. *Discov. Plants* 1, 68.

Síntesis de nanopartículas de cobre y la comprobación de su efecto antimicrobiano

Téllez Girón López Josué Ricardo, Gualos González Juan Carlos, Gordillo Deleón Francis Abigail, Martínez Cruz Jennifer Amandy, Hernández Hernández José Domingo, Hoil-Canul Edwin, Roque-Romero Linnet

Universidad Politécnica de Tapachula, Carretera Tapachula - Puerto Madero, Km. 24 + 300, C.P. 30830. México.
(223168@uptapachula.edu.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

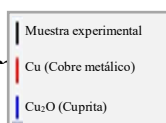
Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Las nanopartículas metálicas han adquirido creciente relevancia en los últimos años debido a su potencial como agentes antimicrobianos, en particular frente al aumento de cepas bacterianas resistentes a antibióticos convencionales [1,2]. En el caso de las nanopartículas de cobre (Cu-NPs), su acción se atribuye a la alteración de la membrana celular de los microorganismos y a la generación de daños internos que interfieren con funciones vitales como la síntesis proteica [3]. Su bajo costo y amplia disponibilidad las posicionan como una alternativa viable frente a otros nanomateriales más costosos y tóxicos, como el oro o la plata [4]. En este contexto, el presente trabajo tuvo como propósito la síntesis de nanopartículas de cobre mediante un método químico y la evaluación de su efecto antimicrobiano sobre bacterias mesófilas.

Metodología. La síntesis de Cu-NPs se efectuó mediante un método químico empleando sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) como precursor y ácido ascórbico como agente reductor. El proceso se llevó a cabo por irradiación en horno de microondas. Posteriormente, las nanopartículas fueron filtradas, secadas a 80 °C durante 2 h y almacenadas para su posterior análisis por difracción de rayos X (DRX). La actividad antimicrobiana se evaluó mediante la prueba de difusión en disco utilizando bacterias aisladas de aguas residuales [5].

Resultados y Discusión. La síntesis de nanopartículas de cobre mediante el método químico permitió obtener un rendimiento del 44.8% a partir de la reducción del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. El análisis por difracción de rayos X (DRX) mostró que las nanopartículas obtenidas corresponden principalmente a cobre metálico, con una fracción menor de óxido cuproso superficial (FIG. 1), confirmado por la coincidencia de los picos experimentales con las bases de datos de referencia para ambas fases. Esto indica que las partículas conservan la estructura cristalina característica del cobre, aunque presentan una ligera oxidación superficial, como es esperado en nanopartículas de este metal. En las pruebas antimicrobianas, se observaron halos de inhibición bacteriana alrededor de los discos impregnados con el producto de síntesis (FIG. 2), lo que evidencia su actividad bactericida. En algunos ensayos no se detectaron halos, lo cual podría relacionarse con una distribución heterogénea de las nanopartículas en los discos o con procesos de oxidación [6].

Conclusiones. Las Cu-NPs sintetizadas mediante el método químico presentaron un rendimiento del 44.8% y demostraron actividad bactericida frente a bacterias mesófilas provenientes de aguas residuales.



Estos resultados respaldan su potencial aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas y en superficies con interés médico.

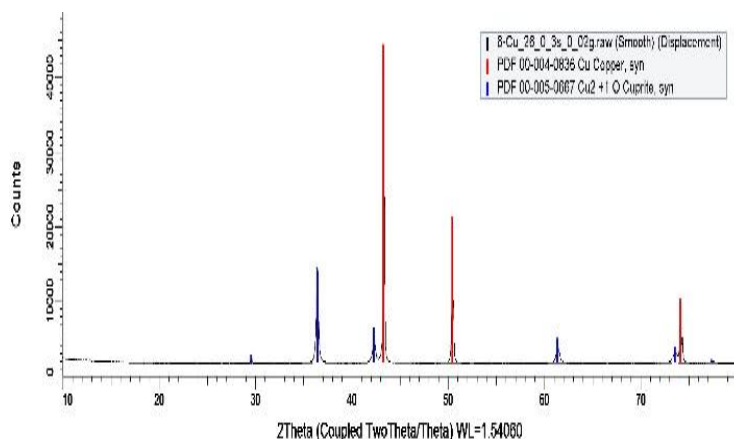


FIG.1: Difractograma de muestra con picos representativos de Cu^0 Cu_2O

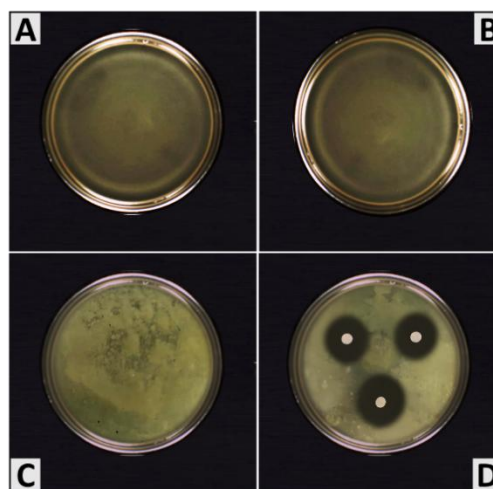


FIG.2: Prueba de sensibilidad bacteriana: A) Agar control, B) Cu-NPs en solución salina, aplicadas sobre cultivo de bacterias en agar, C) Control bacteriano y D) Difusión por disco en cultivo de bacterias

Agradecimientos Se agradece a la Universidad Politécnica de Tapachula por el acceso a laboratorios e instalaciones para la realización del presente trabajo, así como al Laboratorio de Fotocatálisis y Electroquímica Ambiental (LaFEAM), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, por el análisis de DRX de la muestra de cobre.

Referencias.

1. García-Suárez T. (2023). Aplicaciones antimicrobianas de nanopartículas metálicas. *Rev. Cient. Biotecnol.* 25(2): 125-133.
2. Li Y., Xiao P., Wang Y., Hao Y. (2020). Mechanisms and Control Measures of Mature Biofilm Resistance to Antimicrobial Agents. *ACS Omega*, 5: 22684–22690.
3. Ibáñez-Mancera N.G. et al. (2017). Disfunción de la articulación temporomandibular en pacientes con artritis reumatoide. *Rev. Esp. Cir. Oral Maxilofac.* doi:10.1016/j.maxilo.2016.08.003.
4. Argueta-Figueroa L. (2018). Acrílico termopolimerizable enriquecido con nanopartículas de cobre. *SCIELO*. doi:10.22201/ceiich.24485691e.2018.21.62549.
5. Bauer A.W., Kirby W.M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.*, 45(4): 493-496.
6. Crisan, M. C., Mocan, T., & Mocan, L. (2022). Copper Nanoparticles: Synthesis and Characterization, Physiology, Toxicity and Antimicrobial Applications. *Applied Sciences*, 12(1), 141 <https://doi.org/10.3390/app12010141>



Estudio preclínico de la mezcla de benznidazol con óxido de β -cariofileno en modelos murinos de infección crónica con *T. cruzi*

López López Luis Pablo^{a,b}, Polanco Hernández Glendy Marilú^a, Arana Argáez Víctor Ermilo^b, Acosta Viana Karla Yolanda^a, Villa de la Torre Fabiola Elizabeth^b.

^aCentro de Investigaciones Regionales, Universidad Autónoma de Yucatán Av. Itzaes Centro. Mérida, Yucatán, C.P. 97000

^bFacultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, C. 43 s/n x 96 Paseo de las fuentes y 40 Inalámbrica. Mérida, Yucatán, C.P. 97069

(lopezlz.luis27@gmail.com y Glendy.polanco@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La enfermedad de Chagas, causada por *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*) se divide en dos fases: aguda y crónica. En la fase aguda el parásito suele encontrarse en la sangre en una morfología denominada tripomastigote y en la fase crónica se encuentra en forma amastigote (intracelular) en los tejidos principalmente del corazón. El tratamiento actual para la enfermedad es efectivo durante la fase aguda de la enfermedad, sin embargo, presenta alta toxicidad, por lo que la búsqueda de un tratamiento idóneo para la enfermedad es una prioridad en salud pública [1]. El uso de la terapia combinada a resultado prometedor en otras enfermedades causadas por protozoarios como la malaria [2]. En estudios in vitro la mezcla de benznidazol (BNZ) con óxido de β -cariofileno (BCPO) ha reducido la viabilidad de epimastigotes de *T. cruzi*, sin generar citotoxicidad en macrófagos murinos [3]. El objetivo de este estudio fue evaluar la toxicidad subaguda de la mezcla de BNZ con BCPO en ratones BALB/c y evaluar su actividad tripanocida durante la fase crónica de la enfermedad de Chagas.

Metodología. Para determinar la toxicidad subaguda de la mezcla de BNZ con BCPO se utilizaron 15 ratones (grupos de 3). Los grupos evaluados fueron: Control negativo (CN: Solución salina), Dosis alta (DA: BNZ 7 $\mu\text{g/g}$ con BCPO 60 $\mu\text{g/g}$), dosis baja (DB: BNZ 3.5 $\mu\text{g/g}$ con BCPO 30 $\mu\text{g/g}$), control positivo, benznidazol (BNZ: benznidazol 7 $\mu\text{g/g}$) y óxido de β -cariofileno (BCPO: Óxido de β -cariofileno 60 $\mu\text{g/g}$). Durante 15 días se administró el tratamiento a los ratones, y se observó la presencia de algún signo de toxicidad según la ISO:10993-11:2017, posteriormente se eutinizaron y se extrajeron órganos (hígado y riñón). Los órganos se les realizó tinción de hematoxilina-eosina para su análisis por microscopía. Para determinar el efecto tripanocida de la mezcla se utilizaron 24 ratones (grupos de 6). A los grupos se les administraron las mismas concentraciones, con excepción de la dosis baja, que no se evaluó en este ensayo. Se inocularon los ratones con 100 parásitos, después de los 45 días post-infección, se inició el tratamiento durante 15 días. Al final del tratamiento se sacrificó a los ratones y se obtuvo tejidos de corazón y músculo esquelético que fueron teñidos con hematoxilina-eosina para determinar el número de nidos de amastigotes y tamaño de los nidos de amastigotes.



Resultados y Discusión. La mezcla de BNZ con BCPO no presentó algún signo de toxicidad, e inclusive redujo la toxicidad hepática que generó el BNZ por sí solo, esto puede deberse a la actividad antioxidante del BCPO que neutraliza el daño del BNZ [4]. Por otra parte, en la actividad tripanocida, la mezcla de BNZ a 7 $\mu\text{g/g}$ con BCPO 60 $\mu\text{g/g}$ redujo aproximadamente un 60% el número y tamaño de los nidos de amastigotes. Este efecto puede deberse a la capacidad del BCPO de inhibir a la cisteína sintasa del parásito y en células cancerígenas se ha evidencia inhibir canales Pgp (responsable de la resistencia de fármacos en *T. cruzi*) [5-6].

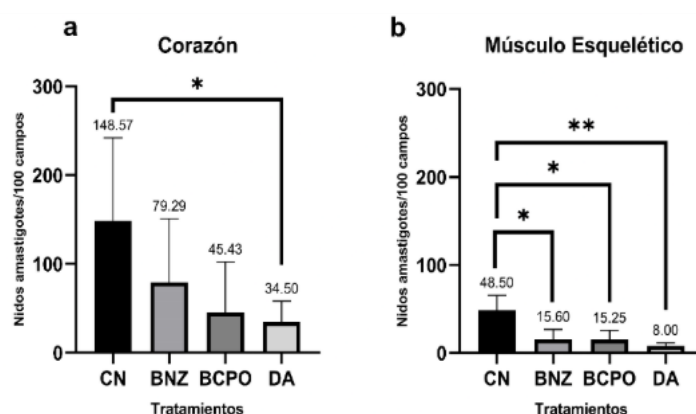


Fig. 1. Efecto tripanocida in vivo de la mezcla de benznidazol con óxido de β -cariofileno en un modelo crónico de infección por *T. cruzi* determinado por el número de nidos de amastigotes en 100 campos a 40X. a) tejido cardíaco; b) músculo esquelético.

Conclusiones. En este estudio la mezcla de BNZ con BCPO no mostró signos de toxicidad subaguda en ratones BALB/c y, además, redujo la toxicidad hepática asociada al BNZ solo. Asimismo, la mezcla presentó una reducción aproximadamente del 60% en el número y tamaño de los nidos de amastigotes, lo que indica un efecto antiparasitario relevante.

Agradecimientos. Se agradece a SECIHTI por la beca 4012442.

Referencias.

1. De Sousa A, Vermeij D, Ramos A, Luquetti, (2024) Chagas Disease. *Lancet*. **403** (10422), 203–218.
2. Daily J, Minuti A, Khan N, (2022) Diagnosis, Treatment, and Prevention of Malaria in the US: A Review. *JAMA*. **328** (5), 460–471.
3. López L, (2023) Evaluación Sinérgica de Mezclas de Óxido de β -Cariofileno y Fármacos Tripanocidas Contra *Trypanosoma Cruzi*, Universidad Autónoma de Yucatán.
4. Nuutinen T, (2018) Medicinal Properties of Terpenes Found in Cannabis Sativa and Humulus Lupulus. *Eur. J. Med. Chem.* **157**:198–228.
5. Pardo-Rodriguez D, Cifuentes-López A, Bravo-Espejo J, Romero I, Robles J, Cuervo C, Mejía S, Tellez J, (2023) Lupeol Acetate and α -Amyrin Terpenes Activity against *Trypanosoma Cruzi*: Insights into Toxicity and Potential Mechanisms of Action. *Trop. Med. Infect. Dis.* **8** (5).
6. Di Giacomo S, Gulli M, Facchinetti R, Minacori M, Mancinelli R, Percaccio E, Scuderi C, Eufemi M, Di Sotto A, (2022) Sorafenib Chemosensitization by Caryophyllane Sesquiterpenes in Liver, Biliary, and Pancreatic Cancer Cells: The Role of STAT3/ABC Transporter Axis. *Pharmaceutics*. **14** (6), 1–28.



Caracterización fisicoquímica y electroquímica de electrodos secos impresos en 3D para su potencial aplicación en dispositivos biomédicos

Uc Cayetano Erbin^a, Dzul Vázquez Adrián^b, Sánchez Paz Joel^c, Pacheco Pantoja Elda^d

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 36.5, T.C. 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. C.P. 97203 Mérida, Yucatán.

^bInstituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico S/N Km. 4.5. C.P. 97118 Mérida, Yucatán.

^cLaboratorio de Ingeniería Biomédica, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Av. Itzaéz No. 490 x 59 Col. Centro. C.P. 97203 Mérida, Yucatán.

^dEscuela de Medicina, Universidad Anáhuac Mayab, Km. 15.5, Carr. Mérida-Progreso, C.P. 972302 Mérida, Yucatán.

(erbin.uc@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La manufactura aditiva es una técnica avanzada utilizada para la fabricación de geometrías complejas mediante la adición de material capa por capa a partir de un modelo tridimensional. Actualmente, esta técnica tiene un gran potencial en el sector médico, destacando aplicaciones como la fabricación de tejidos y órganos, desarrollo de prótesis, implantes, etc. Con el fin de favorecer este campo de la ingeniería, se han desarrollado filamentos comerciales con propiedades funcionales mejoradas, como el AMOLEN®, reforzado con fibra de carbono para incrementar su resistencia mecánica y conductividad eléctrica, y el MultiElectrify3D® (M3D®), compuesto de fosforo de cobre. El presente trabajo propone estudiar de forma integral al AMOLEN® y M3D®, abordando de manera sistemática sus propiedades fisicoquímicas y electroquímicas antes y después de ser sometidos a distintos métodos de esterilización. El alcance del trabajo incluye la obtención de datos comparativos que permitan establecer la idoneidad de estos filamentos para su uso en dispositivos biomédicos, así como la determinación de la influencia de la esterilización en su desempeño. La justificación de este estudio radica en la necesidad de identificar materiales poliméricos funcionales que mantengan su integridad estructural y sus propiedades electroactivas tras procesos de esterilización, lo cual es un requisito indispensable para aplicaciones clínicas seguras y eficientes.

Metodología. Se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica y electroquímica de los filamentos AMOLEN® y MultiElectrify3D® en cuatro condiciones: material sin tratamiento y material sometido a tres métodos de esterilización (alcohol, radiación ultravioleta y alcohol combinado con radiación ultravioleta). La estrategia experimental incluyó la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para identificar los grupos funcionales característicos. La respuesta electroquímica se determinó por voltametría cíclica, adaptando los parámetros de barrido a las propiedades conductivas y ventanas de potencial de cada material, con el fin de comparar estabilidad, reversibilidad y densidad de corriente generada. La combinación de técnicas posibilitó un análisis integral de la influencia e los tratamientos sobre la integridad química y el rendimiento electroquímico de los filamentos.



Resultados y Discusión. En el análisis electroquímico, M3D® mostró mayor actividad inicial que AMOLEN®, con corrientes catódicas más elevadas y potenciales más positivos, lo que indica alta eficiencia de transferencia electrónica atribuible a su conductividad. Sin embargo, la esterilización, en especial con alcohol, redujo drásticamente su respuesta, sugiriendo pérdida de sitios activos superficiales. En contraste, AMOLEN® presentó menor actividad inicial pero mayor estabilidad frente a los tratamientos, con incremento de corriente tras Al-UV, probablemente por sinergia entre limpieza superficial y formación de grupos oxigenados. El FTIR de M3D reveló las bandas características del PLA (2916 y 2844 cm^{-1} , CH_2 ; 1727 cm^{-1} , C=O ; 1451/1376 cm^{-1} [1], C-H ; 1229 cm^{-1} , C-O éster) y una señal a 943 cm^{-1} atribuida a interacción Cu-O , ausente en AMOLEN. Este último presentó bandas típicas de PLA (2943 y 2864 cm^{-1} , CH_2/CH_3 ; 1720 cm^{-1} , C=O [2]; 1363 cm^{-1} , CH_3 ; 1292 y 1180–955 cm^{-1} , C-O/C-O-C .

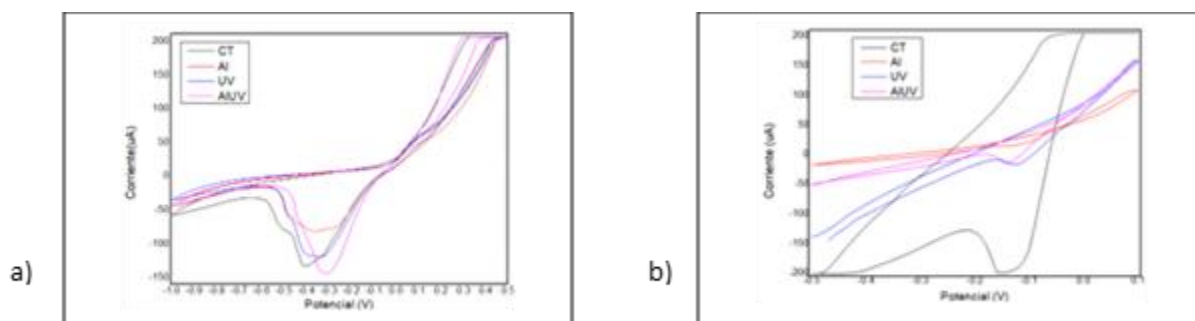


Fig. 1. Voltamperograma cíclico: a) AMOLEN®, b) MultiElectrify3D®.

Conclusiones. Los resultados indican que debido a la buena respuesta que tuvo el AMOLEN® de cara a los procesos de esterilización, podría emplearse en el desarrollo de electrodos para adquisición de señales fisiológicas.

Agradecimientos. Agradecemos a la Facultad de Ingeniería Química por las facilidades brindadas para el desarrollo del trabajo; así como al Laboratorio de Ingeniería Biomédica del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” por proveer los materiales impresos utilizados y a la Escuela de Medicina de la Universidad Anáhuac Mayab, por la metodología para la esterilización de los materiales.

Referencias.

1. Paz-González J A, Velasco-Santos C, Villarreal-Gómez L J, Alcudia-Zacarias E, Olivas-Sarabia A, Cota-Leal M A, Gochi-Ponce Y (2023) Structural composite based on 3D printing polylactic acid/carbon fiber laminates (PLA/CFRC) as an alternative material for femoral stem prosthesis. *J Mech Behav Biomed Mater* 138:105632.
2. Silva I D S, Barros J J P, Albuquerque A, Jaques N G, Fook M V L, Wellen R M R (2020) Insights into the curing kinetics of epoxy/PLA: Implications of the networking structure. *Express Polym Lett* 14(12):1147-1164.

Preparación y caracterización de películas compuestas de alcohol polivinílico con partículas de testa de *Pouteria sapota*

García Cano Aileen Montserrat^a, González Robertson Ana Galia^a, Correa Durán Mónica Stephen^b, Pérez Padilla Yamile^b

^aFacultad de Ingeniería, Universidad, ^bFacultad de Ingeniería Química Autónoma de Yucatán, Periférico Norte
Lic. Manuel Berzunza 13615, Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yucatán, 97203
(A22214865@alumnos.uady.mx y yamile.perez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El mamey (*Pouteria sapota*) es una fruta tropical ampliamente cultivada en la península de Yucatán, donde representa un componente importante de la economía agrícola local. Entre sus residuos, la testa destaca por su potencial industrial, debido a su alto contenido de fibra cruda (81.32% en base seca) y su riqueza en compuestos lignocelulósicos como celulosa, hemicelulosa y lignina [1]. El alcohol polivinílico (PVA) es un polímero hidrofílico, biodegradable y no tóxico, ampliamente usado como matriz en materiales compuestos. Su estructura permite incorporar cargas orgánicas o inorgánicas que pueden mejorar sus propiedades según el refuerzo [2]. El uso de la testa del mamey como refuerzo en matrices de PVA ofrece una vía sostenible para valorizar residuos agroindustriales. Este trabajo tuvo como objetivo preparar películas compuestas de PVA con partículas de testa de mamey en concentraciones variables y caracterizar sus propiedades fisicoquímicas.

Metodoología. La estrategia experimental se basó en la preparación de películas de PVA con la incorporación de partículas de testa de mamey obtenidas mediante molienda y tamizado mecánico, con un tamaño promedio de 600 μm (obtenidas con malla No. 30) y 450 μm (obtenidas con malla No. 40). Las formulaciones se elaboraron con concentraciones de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 5.0% p/p de partículas dispersas en soluciones acuosas de PVA (100 g/L), plastificadas con glicerol al 2% v/v. La mezcla fue sometida a agitación a 80 °C y tratamiento ultrasónico. Las películas se secaron en estufa a 60 °C y se desmoldaron. El análisis de espesor se realizó mediante mediciones digitales en 10 puntos radiales distribuidos a lo largo de cada muestra, promediando los valores obtenidos. La colorimetría se evaluó mediante la diferencia de coordenadas CIE Lab (ΔL , Δa , Δb) con respecto a una base blanca. El ángulo de contacto se midió con la técnica de gota séssil, (1 μL de agua destilada en distintos puntos de cada muestra). Adicionalmente, se realizó un análisis espectroscópico FTIR (4000 – 650 cm^{-1}) para identificar los grupos funcionales presentes en las películas y confirmar la integración de las partículas en la matriz polimérica.

Resultados y Discusión. Los espectros de FTIR de la Figura 1a muestran las bandas características del PVA reportadas en la literatura [3], además de bandas relacionadas con enlaces tipo C-H, O-H, CH, C=O y C-C, correspondientes a material orgánico. En la Figura 1b, se observan imágenes de las películas compuestas, las cuales fueron homogéneas y mostraban una característica hulosa.

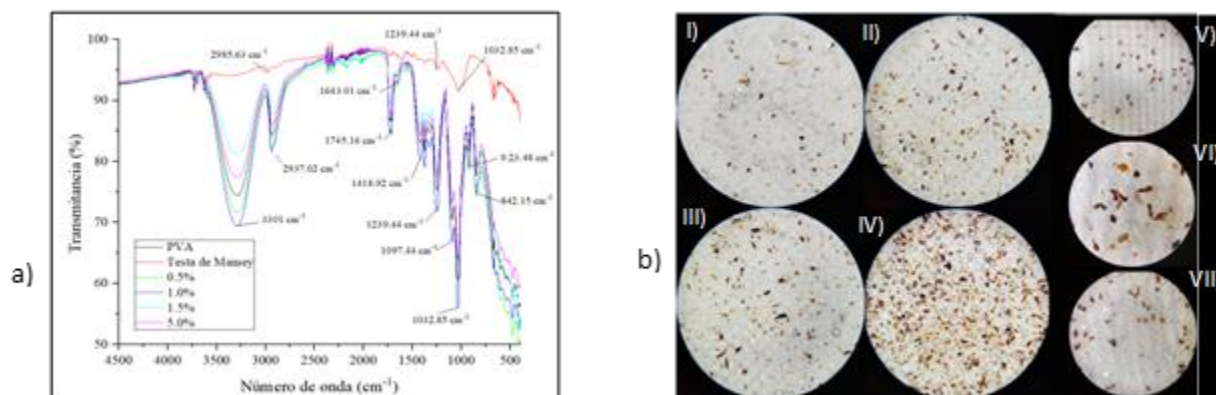


Fig. 1. a) Espectros FT-IR del PVA, la testa de mamey y las películas compuestas con partículas de 450 μm en distintas concentraciones. b) Imágenes estereoscópicas de películas compuestas con partículas de testa de mamey de 450 μm a concentraciones de 0.5 % (I), 1.0 % (II), 1.5 % (III) y 5.0 % (IV); y de 600 μm a concentraciones de 1.0 % (V), 1.5 % (VI) y 2.0 % (VII).

Cuadro 1. Resultados de espesor, valores CIEL-*Lab* y ángulo de contacto de las películas compuestas con diferentes concentraciones y tamaños de partículas de testa de mamey

Concentraciones y tamaños de partículas de testa de mamey							
	Partículas obtenidas de malla No.40				Partículas obtenidas de malla No.30		
Variable medida	Concentraciones de partículas de testa de mamey en concentraciones						
	0.5%	1.0%	1.5%	5%	1.0%	1.5%	2.0%
Espesor [mm]	0.565±0.034	0.449 ± 0.074	0.463 ± 0.040	0.538 ± 0.036	0.326±0.085	0.610±0.054	0.481±0.074
ΔL	-7.45±1.310	-5.597±1.221	-7.683 ±0.058	-22.25±0.914	-1.52±0.378	-12.22±0.865	-12.5±1.4
Δa	1.757±0.216	2.683 ± 0.284	3.553 ± 0.023	10.36±0.728	1.053±1.033	3.09±0.339	3.69±0.31
Δb	1.623±0.099	3.563 ±0.270	4.47 ± 0.087	12.703±0.541	1±0.199	2.66±0.193	2.84±0.18
θ	35.38 ± 5.07	33 ± 2.46 °	28.58 ± 2.36°	30.28 ± 2.32	38.33°±.91	33.66°±0.52	39.75°±0.22

Conclusiones. Se obtuvieron películas compuestas de PVA y partículas de testa de mamey homogéneas y hulosas. Los resultados de las caracterizaciones indican que la concentración de testa influye en las propiedades del material. Los resultados obtenidos evidencian la viabilidad de desarrollar un material compuesto a partir de un residuo agroindustrial.

Agradecimientos. Agradecimiento a la UADY y al SECIHTI por el apoyo brindado a través de los programas PECE e ICU.

Referencias.

1. Solís Fuentes, J., Ayala Tirado, R., Fernández Suárez, A., Durán de Bazúa, M. (2015). Mamey sapote seed oil (*Pouteria sapota*). *Potencial, composition, fractionation and thermal behavior*. *Grasas y Aceites*. 66 (1). <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0691141>
2. Zhong, Y., Godwin, P., Jin, Y., Xiao, H. (2020) Biodegradable polymers and green-based antimicrobial packaging materials: A mini-review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. Vol. 3, 1, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2019.11.002>
3. Deleanu, I. &. (2012). Potassium sorbate release from poly(vinyl alcohol)–bacterial cellulose films. *Chemical Papers*, 66, 138–143. <https://doi.org/10.2478/s11696-011-0068-4>



Efecto de la potencia del plasma de aire en la modificación superficial de andamios elaborados a base de PGS

Daniel Pat May^a, JC Sánchez-Pech^b, GE Martín-Pat^c, Ángel Bacelis^d, JA Juárez Moreno^c, C Carrera-Figueiras^f, Víctor Rejón^g, Yamilé Pérez-Padilla^h, A Ávila-Ortegaⁱ

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

^bCentro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Unidad de Materiales, Mérida, Yucatán, México.

^cFacultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

^dCentro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav)

(a20223023@alumnos.uady.mx y alejandro.avila@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En el campo de la ingeniería de tejidos, los andamios fabricados a base de polímeros son cruciales para la regeneración, requiriendo propiedades como biocompatibilidad y una superficie favorable para la adhesión celular. Un polímero como es el poli(glicerol sebacato) (PGS) destaca por su biodegradabilidad [1], sin embargo, presenta una superficie hidrofóbica que limita su efectividad. Para resolver dicha problemática se utiliza el tratamiento con plasma de aire, una técnica que modifica la química y la hidrofiliidad superficial sin comprometer las propiedades mecánicas [2].

Metodología. El andamio de PGS se obtuvo mediante policondensación de glicerol y ácido sebácico (1:1 molar) a 150 °C por 4.5 h. Se añadieron 15 g de NaCl, se moldeó y entrecruzó en estufa al vacío (170 °C, 20 mm Hg, 4.5 h). Posteriormente, se lavó con agua destilada (8 h) y se secó a 30 °C (24 h). Los andamios fueron tratados con plasma de aire en un reactor, evaluando la combinación de tres potencias (20, 50 y 100 W) y tres tiempos (1, 5 y 10 min) para estudiar la modificación superficial.

Resultados y Discusión. El análisis integrado de los andamios de PGS tratados con plasma de aire a 5 minutos confirmó una mejora significativa en las propiedades superficiales. En la Figura 1 inciso a se enseñan las mediciones de ángulo de contacto mostraron aumentó la hidrofiliidad (reducción del ángulo de contacto de 79.8° a 49°) [3], mientras que los espectros deconvolucionados de N1s en XPS revelaron la efectiva incorporación de grupos nitrogenados como NH, NO y NO₂ [4-5] como se observa en el inciso b de la figura 1. Estos cambios químicos se reflejan en la siguiente tabla, que muestra la variación de la composición atómica superficial.

Cuadro 1. Porcentajes atómicos del carbono, oxígeno y nitrógeno en los andamios tratados a 5min por plasma de aire.

Porcentaje atómico (%)						
Muestra	Carbono	Oxígeno	Nitrógeno	C/O	O/C	N/C
5 min-20W	59.82	39.52	0.66	1.51	0.66	0.01
5 min-50W	64.42	33.48	2.10	1.92	0.51	0.03
5 min-100W	61.25	37.16	1.60	1.64	0.60	0.02

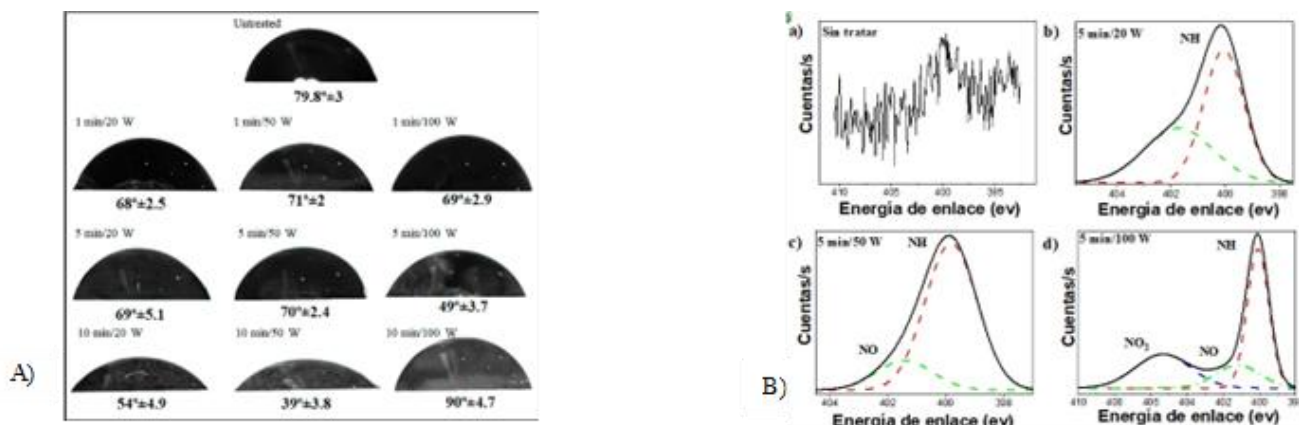


Fig. 1. A) Ángulos de contacto de las muestras PGS sometidos a plasma de aire, B) Decomposición de los picos N1s de los andamios PGS.

Conclusiones. En este estudio se sintetizó el prepolímero de poli(glicerol sebacato) (PGS) y se fabricaron andamios mediante lixiviación de partículas. Los resultados confirman que el tratamiento con plasma de aire es una herramienta eficaz, ya que modificó las propiedades superficiales del PGS, aumentando significativamente su hidrofiliabilidad (demostrado por la reducción del ángulo de contacto). Las técnicas analíticas identificaron la formación de grupos funcionales polares, como los grupos amina (NH), que mejoran la interacción con medios biológicos.

Agradecimientos. Agradezco a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán por el apoyo brindado durante el desarrollo de este proyecto experimental.

Referencias

1. Martín-Pat, G. (2020). Estudio de la modificación superficial de un andamio de PGS con PPy-I utilizando plasma y su citotoxicidad con células troncales del pulpa dental hDPSCs. Tesis doctoral.
2. Hernández-Sánchez, F., Rodríguez-Fuentes, N., Sánchez-Pech, J.C. (2024). Comparative study of iodine-doped and undoped pyrrole grafting with plasma on poly (glycerol sebacate) scaffolds and its human dental pulp stem cells compatibility. *Journal of Biomaterials Applications* 39(3): 207-220.
3. Johansson, B.-L., Larsson, A., Ocklind, A. (2002). Characterization of Air Plasma-Treated Polymer Surfaces by ESCA and Contact Angle Measurements for Optimization of Surface Stability and Cell Growth. *Journal of Applied Polymer Science* 86(10): 2618–2625.
4. Zhang, Y. (2020). Surface Modification of Polyglycerol Sebacate Using Plasma Treatment. *ACS Applied Materials & Interfaces* 12(23): 25678–25686.
5. Lee, B. (2019). Tuning Surface Chemistry of Biomaterials via Plasma Treatment. *Biomaterials Science* 7(12): 4567–4575.

Evaluación del efecto inhibitorio del compuesto metal-orgánico MOF-5 sobre un consorcio nitrificante

Abraham Arzola Cruz^a, Gabriel R. Hernández-Martínez^c, Gener Méndez^a, Susana Rincón Arriaga^b, Juan Enrique Ruiz Espinoza^a, Alejandro Zepeda^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5. Tablaje Catastral 13615. Chuburna de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, CP 97302.

^b Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico km 4.5, CP 97118 Mérida, Yuc. México

^cFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Prolongacion Avenida Oriente 6 1009, Rafael Alvarado, Orizaba, 94340 Veracruz, Mexico

(a10001032@alumnos.uady.mx) (alejandro.zepeda@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. En los últimos años los compuestos metal-orgánicos (MOF) han tenido un creciente interés debido a sus diversas aplicaciones como el almacenamiento de gases, catálisis y la adsorción de metales pesados entre otras [1]. El MOF-5 es un nanomaterial de gran interés por su bajo costo, síntesis sencilla y alta capacidad de adsorción, lo que lo hace ideal para tratar aguas contaminadas con metales [2]. Sin embargo, el MOF-5 puede presentar inestabilidad en medios acuosos, lo que conlleva a liberación de Zn(II) en el entorno [3]. Esta limitación plantea la necesidad de estudiar sus posibles efectos sobre procesos biológicos esenciales como el ciclo del nitrógeno. En este contexto los microorganismos nitrificantes se encargan de la oxidación del amonio (NH_4^+) a nitrato (NO_3^-) proceso que constituye un indicador biológico sensible a la presencia de compuestos tóxicos o inhibitorios en el medio ambiente. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto inhibitorio del compuesto MOF-5 sobre un consorcio microbiano nitrificante mediante la técnica microrrespirometría con pulsos de concentración creciente.

Metodología. El MOF-5 fue sintetizado mediante el método de reflujo, siguiendo la metodología descrita por Rivera et al. (2016) [2]. La caracterización morfológica y elemental se realizó mediante microscopía electrónica de barrido acoplada a espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (SEM-EDS). La caracterización respirométrica del MOF-5 se efectuó mediante la metodología de pulsos de concentración creciente, de acuerdo con Hernandez-Martinez et.,al (2020) [4]. La biomasa utilizada se obtuvo de un reactor nitrificante continuo, fisiológicamente estable, con un volumen de 2 L, una carga de entrada de 150 mg de $\text{N-NH}_4^+/\text{L} \cdot \text{día}$, un tiempo de residencia hidráulica (TRH) de 4 días, pH 8 y temperatura de 30 °C. Los ensayos microrrespirométricos consistieron en la inyección de diferentes concentraciones de MOF-5 (0, 50 y 100 mg/L) en el sistema. A partir de estos experimentos se determinaron la velocidad de consumo de oxígeno (Oxygen Uptake Rate, OUR) y el porcentaje de inhibición (I%). Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Resultados y Discusión. Las micrografías SEM y el análisis EDS del MOF-5 coincidieron con lo reportado en estudios previos [3], mostrando una morfología cúbica y una composición elemental de 41.52 % de carbono, 38.64 % de oxígeno y 19.84 % de zinc. Por otra parte, en la Figura 1c se presentan los

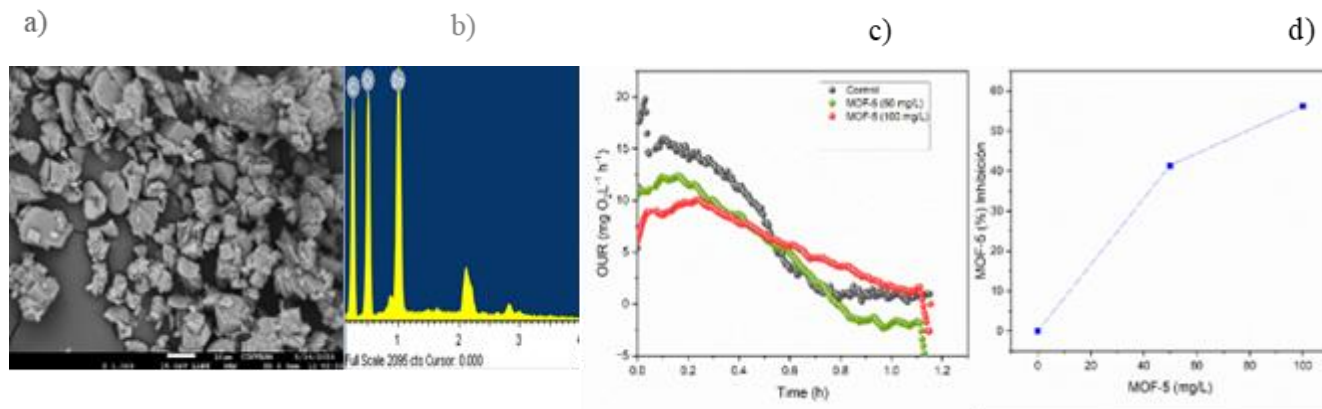


Figura 1. (a) Micrografía SEM del MOF-5 b) Análisis elemental EDS del MOF-5 sintetizado (c) Perfiles de OUR a concentraciones de 0,50 y 100 mg/L de MOF-5 d) Porcentaje de inhibición (I%), indicando un aumento de la inhibición conforme al incremento de la dosis del material.

(OUR) obtenidos para concentraciones de 0, 50 y 100 mg/L de MOF-5, donde se observa que un aumento en la concentración del material provocó una disminución en la intensidad de los perfiles de OUR, lo que sugiere un efecto inhibitorio sobre la actividad nitrificante. A partir de estos resultados se estimó el porcentaje de inhibición (I%) (Figura 1d), evidenciándose que el incremento en la concentración de MOF-5 provocó un incremento en el valor de I%, alcanzando una inhibición máxima del 41 y 56 % a concentraciones de 50 y 100 mg/L respectivamente.

Conclusiones. Los resultados confirman que el MOF-5 sintetizado presentó características morfológicas y de composición de acuerdo con lo reportado en la literatura, y que su presencia en concentraciones crecientes genera un efecto inhibitorio sobre la actividad nitrificante, alcanzando inhibiciones del 41 y 56 % a 50 y 100 mg de MOF-5/L, respectivamente.

Agradecimientos. Se agradece al LANNBIO-Cinvestav-IPN y a la Dra. Patricia Quintana por el acceso a sus instalaciones, así como al Dr. Daniel Aguilar, Dr. Víctor Rejón y Dr. William Santiago por su apoyo en el procesamiento de muestras. Este trabajo fue financiado por CONACYT (proyecto clave 3303, Atención de Problemas Nacionales 2016) y la beca de doctorado CVU: 1081557.

Referencias

1. Furukawa H, Cordova KE, O’Keeffe M, Yaghi OM (2013) The chemistry and applications of metal-organic frameworks. *Science*. 341(6149): 1230444.
2. Rivera JM, Rincón S, Ben Youssef C, Zepeda A (2016) Highly efficient adsorption of aqueous Pb(II) with mesoporous metal-organic framework-5: an equilibrium and kinetic study. *J Nanomater*. 2016: 8095737.
3. Rodríguez NA, Parra R, Grela MA (2015) Structural characterization, optical properties and photocatalytic activity of MOF-5 and its hydrolysis products: implications on their excitation mechanism. *RSC Adv*. 5(117): 73112–73118.
4. Ordaz A, Gil E, Hernández-Martínez GR, Thalasso F, Rincón S, Zepeda A (2020) Microrespirometric assessment of the metal-organic framework [Co₂(btec)(bipy)(DMF)₂]: N (‘MOF-Co’) to prevent inhibition by arsenic in activated sludge. *Environ Sci Water Res Technol*. 6(4): 1153–1162.

Remoción de sulfametoxazol del agua mediante adsorción en régimen estacionario empleando carbón activado

Gómez Libonatti Cristian Abner^a, Ocampo Pérez Raúl^b, Zitlalpopoca Soriano Ángel Guillermo ^a, Baz Rodríguez Sergio Antonio ^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203, Mérida, Yucatán, MÉXICO

^bFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Manuel Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO
(a18001564@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El avance tecnológico y científico ha traído consigo el desarrollo de múltiples compuestos químicos sintéticos. Estos compuestos también son conocidos como contaminantes emergentes, que, al filtrarse en los mantos acuíferos, representan un potencial impacto en el medio ambiente y la salud humana. Dentro de esta categoría de compuestos están los fármacos, los cuales han tenido una alta presencia en cuerpos de agua de México. Bajo este contexto, se evidencia la necesidad por desarrollar métodos eficientes para la remoción de estos fármacos. La adsorción física destaca por su eficiencia, facilidad de implementación y su bajo costo operativo. Asimismo, se deben emplear mejores adsorbentes que hagan el proceso más eficiente, como el carbón activado ya que tiene buenas características para este fin. En este sentido, los estudios en sistemas monocomponente resultan fundamentales para el entendimiento profundo del fenómeno de adsorción. Estos sistemas permiten un análisis más claro y controlado de los parámetros de equilibrio y cinética, lo cual facilita la identificación precisa de los mecanismos de transferencia de masa involucrados. Por otra parte, en aplicaciones reales donde se desea eliminar un fármaco específico de un efluente determinado, el análisis monocomponente ofrece una referencia directa y aplicable para el diseño de sistemas de tratamiento. El objetivo del trabajo es evaluar la eficiencia de la adsorción de sulfametoxazol en agua empleando carbón activado, determinando sus parámetros de equilibrio para su aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas.

Metodología. Se adaptó la metodología de la investigación realizada por Ulloa Arrieta [1] para los experimentos monocomponente, utilizando en este trabajo sulfametoxazol (SMX). Las concentraciones usadas para los experimentos fueron de 0.05, 0.085, 0.1, 0.125, 0.15 y 0.2 g/L, siendo estas los experimentos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente. La longitud de onda empleada en el espectrofotómetro UV-VIS fue de 257.5 nm.

Resultados y Discusión. A continuación, se presentan las curvas de decaimiento de cada uno de los experimentos y la isoterma de adsorción del fármaco SMX una vez alcanzado el equilibrio y su ajuste de parámetros al modelo de isoterma de Prausnitz-Radke (figura 1).

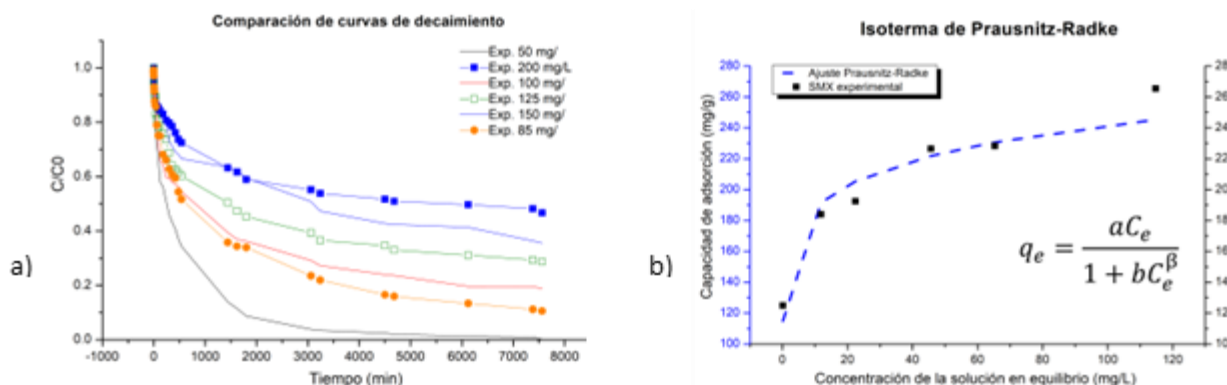


Fig. 1. a) Comparación de las curvas de decaimiento a diferentes concentraciones de SMX. b) Isoterma de adsorción de SMX ajustada con el modelo de Prausnitz-Radke. Elaboración propia.

De los resultados anteriores, se denota que los experimentos llegaron al equilibrio en un tiempo estimado de 7560 minutos. De este modo, se obtuvo la concentración y la capacidad de adsorción en el equilibrio de todos los experimentos, teniendo como resultado el comportamiento de la isoterma de adsorción del sistema. Se realizó un ajuste de parámetros de los modelos de isotermas de adsorción de Langmuir, Freundlich y Prausnitz-Radke y se calculó el porcentaje de desviación del ajuste con lo experimental. De este modo, Prausnitz-Radke obtuvo el menor porcentaje de desviación, siendo de 5.818%. Asimismo, se realizó el ajuste de parámetros para obtener las constantes de este modelo, obteniendo los valores de 347,734.67, 2,502.06 y 0.8864 para a , b y β respectivamente. Este comportamiento es consistente con los resultados reportados por Serna [2], donde el modelo de Prausnitz-Radke también fue el que mejor describió el equilibrio de adsorción individual del SMX sobre carbón activado granular (F400), con una capacidad máxima de adsorción de 329 mg/g a 25 °C y pH 6. El ajuste al modelo de Prausnitz-Radke arrojó un valor estimado de 265.41 mg/g, lo que, junto con su porcentaje de desviación, respalda la solidez del modelo y sugiere un comportamiento isotérmico altamente comparable al observado por Serna.

Conclusiones. La adsorción de sulfametoxazol con carbón activado mostró una alta eficiencia, destacando el modelo de Prausnitz-Radke como el más adecuado para describir el equilibrio, y el modelo cinético de pseudo segundo orden como el mejor para representar la velocidad del proceso, lo que respalda su uso potencial en el tratamiento de aguas contaminadas con fármacos.

Agradecimientos. Agradezco principalmente a los doctores Sergio Antonio Baz Rodríguez y Raúl Ocampo Pérez, por apoyarme en la dirección de este trabajo.

Referencias.

1. Ulloa Arrieta, M. (2024). Interpretación de la velocidad global de adsorción para sistemas binarios empleando modelos difusionales. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/8710>
2. Serna Carrizales, J. (2020). Eliminación multicomponente de sulfonamidas del agua mediante carbón activado <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/7308>.

Caracterización de medios sorbentes para la técnica FPSE con recubrimiento de PDMS-CIANO

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

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5.
Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97302
(A14003902@alumnos.uady.mx , linqa98@gmail.com)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. La extracción por sorción en fase textil (FPSE, por sus siglas en inglés) es una técnica de pretratamiento analítico desarrollada en 2014. Consiste en modificar un soporte textil con un recubrimiento polimérico híbrido sintetizado por sol-gel, obteniendo un material adsorbente, denominado medio FPSE, con capacidad de aislar y preconcentrar analitos antes del análisis instrumental.[1]¹ Actualmente, las técnicas de caracterización aplicadas a los medios FPSE son limitadas, lo que restringe el conocimiento de sus propiedades fisicoquímicas y morfología superficial, aspectos esenciales para establecer las condiciones experimentales más viables para su uso. [2]² En este trabajo se caracterizaron medios FPSE elaborados a partir de polipropileno (PP) obtenido de cubrebocas KN95 y recubiertos con PDMS-CIANO (polidimetilsiloxano-cianopropiltrietoxisilano). La caracterización involucró el análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM) para confirmar la presencia del recubrimiento y describir la morfología del material según el tipo de PP presente en cada capa del cubrebocas. Adicionalmente se hicieron pruebas de resistencia a solventes orgánicos y a pH, para determinar los intervalos de tiempo en que los medios FPSE pueden emplearse sin comprometer su estructura.

Metodología. Para obtener la fase textil adsorbente, se cortaron fibras de PP (tres capas) en fragmentos de 9 cm² y se limpiaron con NaOH (1 M) y HCl (0.1 M). Luego, se recubrieron por dip coating con una solución polimérica PDMS-CIANO obtenida por sol-gel y se curaron en horno de vacío hasta 150 °C para la total eliminación del disolvente. Se obtuvieron micrografías SEM (en un equipo JEOL modelo JSM-6360LV) de las capas de PP sin recubrir y recubiertas. Las pruebas de estabilidad se realizaron por triplicado en medios FPSE de 3 cm x 0.5 cm en presencia de disolventes [H₂O, metanol (MeOH), etanol (EtOH), EtOH 50%, acetonitrilo (ACN), acetona, acetato de etilo (AcOEt) e iso octano] durante 15, 30, 45, 60 y 90 minutos bajo agitación con vortex y en soluciones con diferentes pH (1, 6 y 12) durante 3, 6, 24 y 48 h.

Resultados y Discusión. Las micrografías SEM permitieron identificar las diferencias en el entramado de cada tipo de capa de cubrebocas, spunbond y meltblown. De igual manera se observó que el recubrimiento no solo se formó sobre la superficie del sustrato, sino que también penetró dentro de este (Fig. 1a). Las pruebas de estabilidad a disolventes (Fig. 1b) revelaron el siguiente orden de degradación de la capa meltblown, de mayor a menor: EtOH > Acetona > AcOEt > ACN > MeOH > iso-octano > H₂O > EtOH 50%. Por otro lado, la estabilidad química de la capa meltblown demostró ser mayor a pH 12 (Fig. 1c).

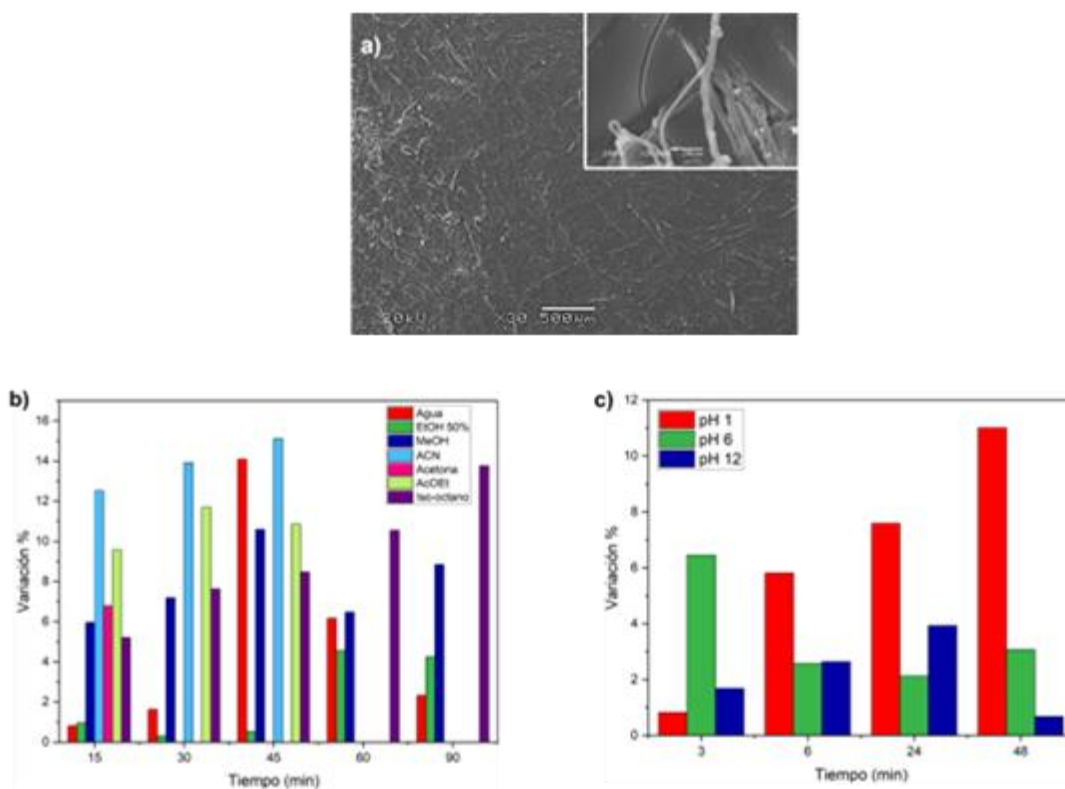


Fig. 1. a) Micrografía SEM de la capa meltblown recubierta. b–c) Variación porcentual absoluta de la masa del medio FPSE con capa meltblown en función del tiempo, frente a diferentes solventes (b) y valores de pH (c).

Conclusiones. El recubrimiento híbrido se obtuvo mediante síntesis sol-gel entre PDMS y CIANO y se aplicó sobre el sustrato del PP mediante la técnica de dip coating. La caracterización por SEM confirmó la correcta incorporación del recubrimiento y las diferencias morfológicas de cada tipo de capa, las pruebas de estabilidad confirmaron el diferente grado de estabilidad estructural y química bajo condiciones de pH y disolventes diversos, dando como resultado una mayor estabilidad en agua y pH 12, y una menor estabilidad en acetona y pH 1.

Agradecimientos. Al CONACYT por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo a través del proyecto CB 2017-2018-A1-S-38216 y la beca por posgrado con número de becario 1325110.

Referencias.

1. Kabir A, Furton KG (2014) Fabric Phase Sorptive Extractors (FPSE)
2. Kabir A, Furton KG (2020) Fabric phase sorptive extraction. En: Solid-Phase Extraction. Poole CF (Ed). Elsevier, Países bajos, 355-386.



Evaluación de la eficiencia de haloisita y tiolato de potasio como adsorbentes para la remoción de litio y níquel de soluciones acuosas: influencia del pH

Legarda Contla Elissa, Esparza Ruiz Adriana, Barrón Zambrano Jesús Alberto

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C. P. 97203
(a21223034@alumnos.uady.mx, jesus.barron@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El agua es un recurso vital para la vida, pero su contaminación con sustancias tóxicas, como metales pesados, representa una amenaza global. La presencia de metales pesados, como el litio y el níquel, es particularmente preocupante debido a su capacidad de bioacumularse en la cadena trófica y afectar la salud humana. Estos metales pueden ingresar al ambiente a través de efluentes industriales generados por industrias como la minería, la fabricación de baterías recargables, la galvanoplastia, la producción de acero inoxidable y la industria electrónica [1]. Si estos efluentes no se tratan adecuadamente, pueden afectar gravemente los ecosistemas acuáticos y la salud humana. Por ello, es fundamental implementar tecnologías eficientes para la remoción de estos contaminantes antes de verter los residuos líquidos a cuerpos de agua. Una de las técnicas más eficaces para tratar este problema es la adsorción [2,3]. Esta investigación se enfoca en evaluar la eficiencia de la haloisita y el tiolato de potasio como adsorbentes para la remoción de iones de litio y níquel de soluciones acuosas, analizando la influencia del pH del medio en la eficiencia del proceso de adsorción.

Metodología. Se prepararon soluciones acuosas con una concentración inicial de 50 mg/L de litio y níquel y diferentes valores de pH (1 – 11). Se tomaron alícuotas de cada solución para determinar la concentración inicial de metales. A continuación, se añadieron 10 mg de haloisita o tiolato de potasio a cada solución como adsorbentes. Las muestras se agitaron a 200 rpm durante 24 horas a temperatura ambiente $25 \pm 2^\circ\text{C}$). Posteriormente, los adsorbentes se separaron por sedimentación y se determinó la concentración residual de litio y níquel y se calculó el rendimiento de remoción, % R (ecuación 1).

$$\% R = \left(\frac{C_i - C_f}{C_i} \right) \times 100$$

Donde C_i (mg/L) y C_f (mg/L) son las concentraciones antes y después de la adsorción. Las concentraciones de metales se determinaron por espectrofotometría de emisión atómica con plasma de microondas (MP-AES 4200, Agilent Technologies).

Resultados y Discusión. La figura 1 muestra los resultados de la evaluación de la eficiencia de la haloisita y el tiolato de potasio en la remoción de litio y níquel a diferentes valores de pH. Se puede observar que el pH inicial de las soluciones acuosas tuvo un impacto significativo en la capacidad de adsorción de ambos metales por los materiales evaluados, aunque los comportamientos son diferentes para cada par metal/adsorbente estudiado. La haloisita demostró ser un adsorbente altamente eficiente para el níquel,



alcanzando eficiencias de remoción superiores al 90% en soluciones con pH básico (9- 11), a pH inferior a 7 la remoción es inferior al 10 %. Por otro lado, su capacidad para adsorber litio fue considerablemente más baja, sin superar un máximo del 20% en todo intervalo de pH evaluado (ver Figura 1.a)).

Por su parte, el tiolato de potasio mostró una excelente capacidad para remover níquel, con una eficiencia máxima de 98% en un amplio intervalo de pH (3 - 10). En contraste, la adsorción de litio con este material fue limitada, logrando remociones de alrededor del 20 % a pH entre 5 y 10 (ver Figura 1.b)).

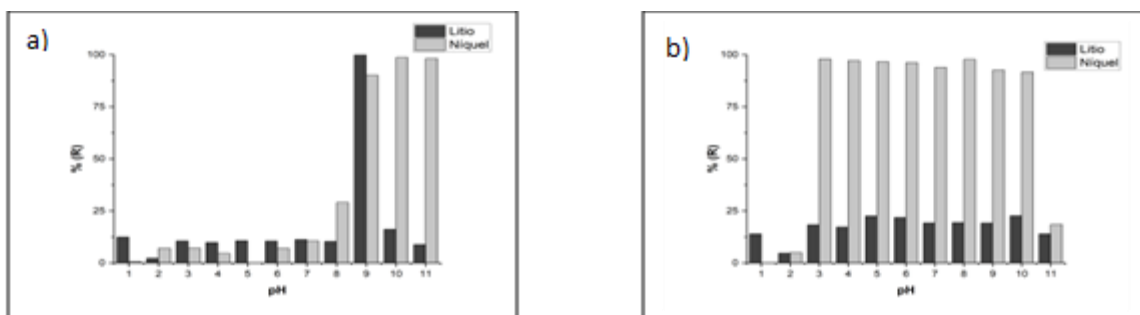


Fig. 1. Gráficas de porcentaje de remoción de litio y níquel a en función del pH con a) haloisita y b) tiolato de potasio.

Conclusiones. La investigación demostró la viabilidad de la haloisita y el tiolato de potasio como adsorbentes efectivos para la remoción de iones de níquel en soluciones acuosas. El análisis de los resultados en función del pH evidenció que este es un parámetro crítico y tiene una influencia significativa en la eficiencia del proceso de adsorción. A pesar de la baja eficiencia observada en la adsorción de litio, los resultados sugieren que ambos materiales poseen propiedades de remoción selectiva que merecen una exploración más profunda. Para una evaluación completa y exhaustiva del potencial de estos materiales para la remoción de litio y níquel se recomienda que futuras investigaciones aborden otros parámetros clave como el tiempo de contacto o la concentración de ión metálico.

Agradecimientos. Al Laboratorio de análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma De Yucatán por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Referencias.

1. Babu, R.; Sahu, K. C.; Behera, S. K.; Das, S. K. A review on the removal of heavy metals from industrial wastewater using adsorption methods. *Chemosphere* **2021**, 273, 129767.
2. Awual, M. R.; Ismael, M.; Yaita, T. Efficient detection and extraction of cobalt(II) from lithium ion batteries and wastewater by novel composite adsorbent. *Sensors and Actuators B: Chemical* **2014**, 191, 9–18.
3. Turan, V. Bioremediation of Lithium and Nickel from Soil and Water. In *Lithium and Nickel Contamination in Plants and the Environment*; Otrisal, P., Sabol, J., Eds.; World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.: Singapore, **2024**; pp 219–230. DOI: 10.1142/9789811283123_0009.



Encapsulación y liberación focalizada de vinorelbina en nanopartículas paramagnéticas de $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ funcionalizadas con poli (β -amino éster)

May Alvarez Regina Saire, Ávila Ortega Alejandro, Juárez Moreno Juan Antonio.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Km. 33.5, Tablaje
Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97203
(a21223037@alumnos.uady.mx, alejandro.avila@correo.uady.mx, juan.juarez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel

Introducción. La vinorelbina es un fármaco quimioterapéutico eficaz contra distintos tipos de cáncer, aunque su administración puede generar efectos adversos como alopecia, toxicidad hepática y supresión de médula ósea (1), debido principalmente a su distribución no específica. Las nanopartículas magnéticas de Fe_3O_4 recubiertas con sílice (SiO_2) permite mantener la estabilidad de las nanopartículas durante periodos prolongados, evitando su degradación y aglomeración, sumada a que la sílice es un material no citotóxico y biocompatible (2, 3). Además, estas nanopartículas pueden inducir hipertermia localizada al ser sometidas a un campo magnético alterno para desencadenar la liberación focalizada del fármaco (4). En este trabajo se propone un sistema de $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ funcionalizado con poli (β -amino éster) para la encapsulación y liberación focalizada de vinorelbina, con el objetivo de reducir los efectos secundarios y aumentar la efectividad de las terapias oncológicas (5).

Metodología. Las nanopartículas de Fe_3O_4 se sintetizaron por coprecipitación de cloruros férrico y ferroso. Posteriormente, se recubrieron con sílice mediante el método sol-gel y funcionalizaron con APTES. El PbAE se sintetizó por adición de Michael entre un diacrilato y una amina primaria, y se empleó como recubrimiento. La vinorelbina se incorporó al sistema mediante técnicas de adsorción, y su eficiencia de encapsulación y liberación se determinó por espectroscopía UV-Vis. Se realizaron análisis de caracterización por SEM y FTIR para evaluar la morfología y grupos funcionales.

Resultados y Discusión. Las nanopartículas de Fe_3O_4 obtenidas fueron caracterizadas mediante diferentes técnicas. El espectro FTIR presentó una banda intensa en 570 cm^{-1} atribuida a la vibración de enlace Fe–O, característica de óxidos de hierro. También se identificaron señales en 3400 y 1630 cm^{-1} asociadas a grupos –OH. En las imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM), se observó una morfología esférica con leve aglomeración. La adsorción de la vinorelbina sobre las nanopartículas se determinó por espectrofotometría UV-Vis, en la cual se puede observar una linealidad confiable; la absorbancia (0.78878) corresponde a $14.37\text{ }\mu\text{g/mL}$ diluidos y, considerando el factor de 10, la concentración real es $143.7\text{ }\mu\text{g/mL}$, demostrando precisión del método

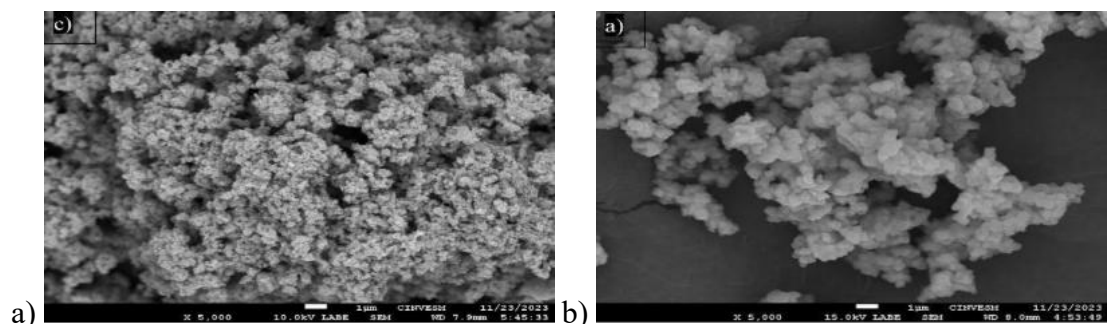


Fig. 1. Caracterización de SEM de nanopartículas. a) $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{O}_3$ b) $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2/\text{NH}_2-\text{PBAE}$.

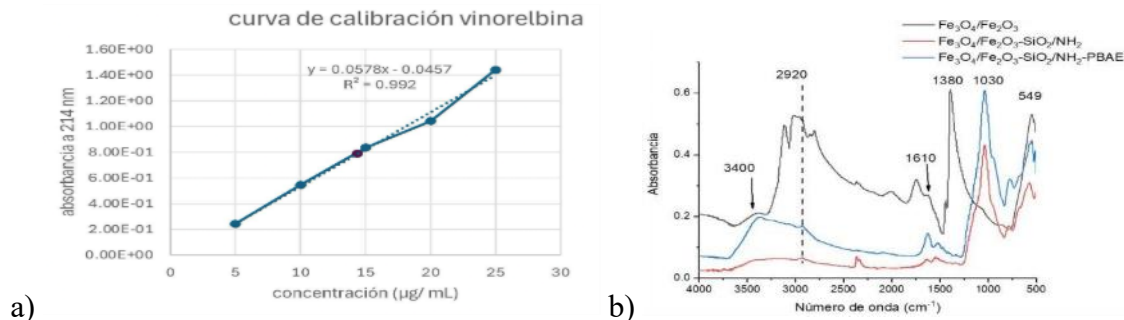


Fig. 2. Caracterización de las nanopartículas. a) Espectroscopía FTIR- ATR, b) Curva de calibración de vinorelbina.

Conclusiones. La adsorción de vinorelbina sobre las nanopartículas de Fe_3O_4 se cuantificó por UV-Vis con alta precisión ($R^2 = 0.992$), mientras que los análisis de FTIR confirmaron interacciones químicas, y SEM evidenció la morfología y tamaño de las nanopartículas. Estos resultados establecen una base sólida para su uso como sistema de liberación focalizada mediante hipertermia magnética.

Agradecimientos. Se agradece el apoyo de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, al Dr Alejandro Ávila Ortega y al Dr. Juan Antonio Juárez Moreno por su asesoría.

Referencias.

1. Córdova FG (2020) Evaluación de la actividad citotóxica de nanopartículas de magnetita funcionalizadas con curcumina, en dos líneas celulares de cáncer de mama. Tesis de licenciatura, Universidad de las Américas Puebla, México.
2. He R, You X, Shao J, Gao F, Pan B, Cui D (2007) Core/shell fluorescent magnetic silica-coated composite nanoparticles for bioconjugation. *Nanotechnology* 18(31):1-6.
3. David PI, Rubio AC (2024) Síntesis y caracterización de nanoestructuras de Fe_3O_4 para hipertermia magnética y transporte de fármacos. Tesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
4. Dürr S, et al (2013) Magnetic nanoparticles for cancer therapy. *Nanotechnology Reviews* 2(4):395-409.
5. Talavera-Pech WA, et al (2018) Synthesis of pH-sensitive poly(β -amino ester)-coated mesoporous silica nanoparticles. *Appl Nanoscience* 8:853-866.

Síntesis y estudio estructural de N-[2-(1H-benzimidazol-2-il)fenil]amida sustituidas

Campos Ojeda Alberto^a, Barrón Zambrano Jesús Alberto^a, Marrero Carballo Rubén^b, Esparza Ruiz Adriana^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Kilómetro 33.5. Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97302

^bFacultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Paseo de las Fuentes, Inalámbrica. Mérida, Yucatán, C.P. 97069

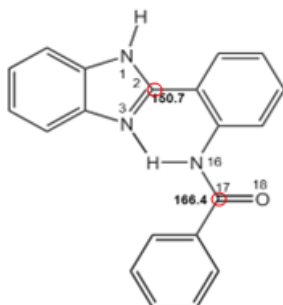
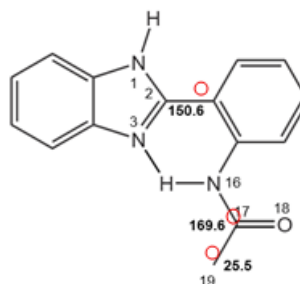
(a20223005@alumno.uady.mx y adriana.esparza@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Los benzimidazoles constituyen una clase de compuestos heterocíclicos que han adquirido relevancia tanto en medicina, por su amplio espectro de actividades biológicas; en química de materiales, debido a sus aplicaciones como quimiosensores, adsorbentes; y como ligandos en química de coordinación, dado que pueden ser precursores de complejos metálicos, ya que pueden comportarse como bases de Lewis y unirse a iones metálicos [1,2]. Entre sus derivados, se encuentran las benzamidas que han mostrado actividad biológica en el acoplamiento molecular debido a la interacción de los nitrógenos y grupos funcionales añadidos [3]. Estas pueden ser obtenidas mediante la adición de 4dimetilaminopiridina (DMAP) en conjunto de trietilamina (Et_3N), pueden catalizar reacciones de aminas deficientes de electrones debido a que este acoplamiento suele ser lento en ausencia de catalizadores [2], en particular, el DMAP, es el responsable de la acetilación del grupo amino con anhídridos mediante una sustitución nucleofílica [4]. El objetivo del presente es el estudio de derivados amídicos de 2-(1H-benzimidazol-2-il)anilina, evaluando condiciones de reacción para obtenerlos con buenos rendimientos, así como elucidar sus estructuras por diferentes técnicas analíticas.

Metodología. La síntesis de los compuestos amídicos **2** y **3** se realizó por el método reportado por Carballo et. al. [3]. La materia prima utilizada fue el 2-(1H-benzimidazol-2-il)anilina (**1**), a la cual se le añadió anhídrido benzoico (o bien anhídrido acético), DMAP y Et_3N , variando la estequiometría de reacción, usando como medio de reacción diclorometano (DCM) a una temperatura de 40 °C. El seguimiento de reacción se hizo por cromatografía en capa fina, usando un sistema de elución hexano-acetato de etilo (Hex-AcOEt, 8:2). Posteriormente, se neutralizó con NaOH. Los productos de reacción se extrajeron con DCM, se evaporó el disolvente y ambos se purificaron por cromatografía de columna. Sus estructuras se elucidaron mediante Resonancia Magnética Nuclear con experimentos en 1D (^1H y ^{13}C) y de correlación en 2D, Espectrometría de Infrarrojo (IR) y Ultravioleta-Visible (UV-Vis), así como Espectrometría de masas (MS).

Fig. 1. δ (ppm) de ^{13}C para **2**Fig. 2. δ (ppm) de ^{13}C para **3**

Resultados y Discusión. La reacción de **1** con el anhídrido benzoico llevó a la formación del N-[2-(1H-benzimidazol-2-il)fenil]benzamida (**2**); y con el anhídrido acético, al N-[2-(1H-benzimidazol-2-il)fenil]metilamida (**3**), ambos se obtuvieron como sólidos de color blanco. Los espectros de RMN de ^1H la presencia de un singlete ancho a δ 13.69 del N-H del grupo amida y otra señal en δ 9.77 del protón unido al nitrógeno del anillo imidazol. Los de RMN de ^{13}C (Fig. 1.) presentaron las señales esperadas para cada compuesto, principalmente, los desplazamientos de ^{13}C que evidenciaron la formación del grupo amida: señales del C=O en 166.4 y 169.6 ppm; y las C-N en 150.7 y 150.6 ppm, para **2** y **3**, respectivamente. Además, en el espectro del compuesto **3** (Fig. 2.), se observó también la señal característica del metilo unido al carbonilo, en δ 25.5 ppm.

Conclusiones. Se aumentó el conocimiento del comportamiento químico del 2-(1H-benzimidazol-2-il)anilina como precursor de los nuevos derivados amídicos N-[2-(1H-benzimidazol-2-il)fenil]benzamida y N-[2-(1H-benzimidazol-2-il)fenil]metilamida, haciéndolo reaccionar con los anhídridos benzoico o acético, usando el 4dimetilaminopiridina como catalizador. Las estructuras fueron elucidadas en solución mediante experimentos de RMN, mostrando las señales de los grupos funcionales amídicos esperados.

Agradecimientos. Al laboratorio de Química de Materiales de la Facultad de Ingeniería Química y al personal de los laboratorios de Química Farmacéutica y Resonancia Magnética Nuclear de la Facultad de Química por proporcionar apoyo y las instalaciones para realizar esta investigación.

Referencias.

1. Mamedov V, Zhukova N. (2021). Recent Developments Towards Synthesis of (Het)arylbenzimidazoles. Georg Thieme Verlag. **vol** (53):1849-1878p.
2. Ghosh A, Shahabi D. (2021). Synthesis of amide derivatives for electron deficient amines and functionalized carboxylic acids using EDC and DMAP and a catalytic amount of HOBt as the coupling reagents. TETL. **vol** (63).
3. Naranjo C. (2021). Síntesis de N-(1H-benzimidazol-2-il)benzamidas diseñadas como inhibidores de la Triofosfato Isomerasa (TIM) de Trypanosoma cruzi.
4. Carballo R, Peniche H, Quijano R, Cáceres D, Mirón G, Graniel M, Reyes A, Moo R, Valencia L, Mena G. (2024). Synthesis, in vitro Antitrichomonal Activity, and Docking Study of N-[(4-substituted phenyl)-1,3-thiazol-2-yl]-4-substituted Benzenesulfonamides. J. Mex. Chem. Soc. **vol** (68): 124-134p.

ELAYA SMILES: Herramienta computacional para la conversión, visualización y análisis molecular a partir de notación SMILES

Vidales Ayala Gabriela Yasmin¹, Merino Hernández José Gabriel², Ortiz Chi Filiberto³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida. ³Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida
(gabriela.vidales@ieee.org, gmerino@cinvestav.mx, filiberto.ortiz@cinvestav.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Una de las representaciones más versátiles para describir compuestos químicos en el área computacional es la notación SMILES (Simplified Molecular Input Line Entry System), la cual codifica la topología de una molécula mediante una cadena lineal de caracteres alfanuméricos [1]. La capacidad de interpretar dichas cadenas y transformarlas en modelos 3D precisos es de gran relevancia en la física computacional, química teórica, bioinformática y el diseño de fármacos, ya que permiten estimar propiedades fundamentales de la molécula, tales como su reactividad química. Si bien, en la actualidad existen programas que realizan dichas funciones, estas herramientas a menudo requieren ser instaladas en una computadora. Por tales motivos se desarrolló ELAYA SMILES, plataforma que combina un potente back-end científico con una interfaz visual y responsiva, promoviendo la educación, la investigación y la exploración molecular desde una perspectiva digital. Esta solución permite analizar moléculas que no necesariamente estén registradas en bases de datos, ampliando así el espectro de aplicación a moléculas teóricas o de diseño propio.

Metodología. El desarrollo de ELAYA SMILES se realizó bajo un enfoque modular cliente-servidor, integrando librerías de química computacional con tecnologías web modernas. El objetivo fue convertir, visualizar y analizar moléculas a partir de cadenas SMILES mediante una interfaz accesible y un back-end especializado. En la capa computacional se utilizaron distintas librerías de Python programadas primero en el entorno de Google Colab, tales como: RDKit que permitió la conversión de SMILES a estructuras tridimensionales y su optimización geométrica mediante campos de fuerza UFF y MMFF94 [2]; Open Babel que facilitó la conversión entre múltiples formatos químicos; ASE (Atomic Simulation Environment) para el manejo de estructuras atómicas; así como también NetworkX en donde se representó a las moléculas como grafos, generando coordenadas y permitiendo análisis topológicos [3]. De igual forma, para la visualización tridimensional interactiva se usó Py3Dmol, facilitando así la exploración y análisis intuitivo de las moléculas. Cabe destacar que se desarrolló también un módulo de generación de rotámeros inspirado en algoritmos evolutivos, con selección por ruleta y recombinación de variaciones estructurales. Estas configuraciones fueron optimizadas utilizando el potencial de aprendizaje automático ANI-1ccx, reteniéndose únicamente aquellas de menor energía relativa y eliminando redundancias para garantizar la estabilidad estructural.

Por su parte, la interfaz de usuario (front-end) se desarrolló con HTML5, CSS3 y JavaScript, con diseño responsivo y accesible. Se integró la biblioteca 3Dmol.js, que permitió representar y manipular modelos



tridimensionales directamente en el navegador, incluyendo rotación, zoom, captura de imágenes y exportación de estructuras. El archivo principal (index.html) ofreció funcionalidades para ingresar SMILES manuales o desde archivos. smi, elegir el método de conversión, visualizar estructuras, compararlas y descargar resultados. La lógica del cliente, desarrollada en JavaScript (app.js), gestionó eventos del DOM, validación de entradas, procesamiento de datos y renderizado dinámico de moléculas. Se incluyó además control de navegación entre moléculas, velocidad de rotación y manejo de errores mediante mensajes interactivos. Finalmente, el back-end se construyó en Python utilizando el microframework Flask, encargado del procesamiento químico y comunicación con el cliente mediante endpoints de una API REST, garantizando de este modo una comunicación continua con el front-end.

Resultados y Discusión. La metodología permitió desarrollar una plataforma sólida, interactiva y científicamente rigurosa para el análisis molecular a partir de notación SMILES, integrando herramientas de química computacional, potenciales de aprendizaje automático y tecnologías web de vanguardia. Plataforma disponible en: <https://elaya-smiles.onrender.com/>



Fig. 1. a) Interfaz gráfica de ELAYA SMILES que muestra la renderización de un fragmento de la molécula Oxitocina utilizando el método de conversión RDkit y optimizada con el campo de fuerza UFF. b) Sección del método de conversión, así como el campo de fuerza para la optimización de la molécula.

Conclusiones. ELAYA SMILES se constituye como una herramienta accesible, robusta y moderna para la conversión, visualización y análisis de moléculas a partir de notación SMILES. Su integración de librerías de química computacional y tecnologías web amplía las posibilidades de estudio molecular. A futuro, se busca incorporar más formatos, métodos de optimización y funcionalidades avanzadas, consolidándola de este modo como un recurso útil para investigadores y estudiantes de diferentes áreas.

Agradecimientos. Se agradece profundamente al Dr. Filiberto Ortiz Chi por su incondicional apoyo y asesoramiento durante todas las etapas de este proyecto. Asimismo, se reconoce al Programa de Estancias Cortas de la UADY, gracias al cual fue posible participar activamente en esta iniciativa desde octubre del año pasado y contar con este espacio de formación y desarrollo académico tan valioso.

Referencias.

1. SMILES (2024). Academia-Lab.com. <https://academia-lab.com/enciclopedia/smiles/>
2. Landrum, G. (2006). RDKit: Open-source cheminformatics. <http://www.rdkit.org>.
3. Hagberg, A. A., Schult, D. A., & Swart, P. J. (2008). Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX. Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy2008), 11–15.



Estudio de sulfonamidas derivadas de 2-(1H-bencimidazol-2-il)-anilina, síntesis y caracterización

Sánchez Meza Alfonso Fabián^a, Jesús Alberto Barrón Zambrano^b, Gumersindo Mirón López^a, Jimmy Josué Ceballos Cruz^a, Adriana Esparza Ruiz^b, Rubén Marrero Carballo^{a*}

^aFacultad de Química, UADY, Paseo de las Fuentes, Inalámbrica. Mérida, Yucatán, C.P. 97069.

^bFacultad de Ingeniería Química, UADY, Periférico Norte Km 33.5. Tablaje Catastral 13615. Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97302.

(a21223042@alumnos.uady.mx, ruben.marrero@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El bencimidazol es un compuesto heterocíclico que presenta una amplia y potente actividad biológica [1]. Además, ha sido ampliamente modificado en la búsqueda de derivados más activos, por ejemplo, se le han adicionado grupos como sulfonamidas [1,2] cuyos derivados son usados como agentes preventivos y quimioterapéuticos contra diferentes enfermedades, además, son utilizados en la síntesis de nuevos fármacos por su actividad biológica, estabilidad química y metabólica [3,4]. Este trabajo tiene como objetivo estudiar las condiciones de reacción óptimas para la síntesis de una sulfonamida derivada de 2-(1H-bencimidazol-2-il)-anilina mediante una reacción nucleofílica con cloruro de sulfonilo en presencia de una base. El nuevo derivado puede contribuir al conocimiento del espacio químico y a la obtención de estructuras potencialmente activas con interés farmacológico.

Metodología. La metodología previamente reportada en Carballo et al. [1], sirvió como punto de partida para la optimización de la reacción, donde se modificaron parámetros como el cloruro de p-toluensulfonilo (p-TsCl) el número de equivalentes de los reactivos, tipo de disolvente, el tiempo de reacción, temperatura, entre otros. La 2-(1H-bencimidazol-2-il)-anilina se hizo reaccionar con el p-TsCl en presencia de 4-dimetilaminopiridina (DMAP) y trietilamina (Et₃N) en diclorometano (DCM) anhidro. La mezcla de reactivos se mantuvo en agitación y se monitoreó por cromatografía en capa delgada. Transcurrido el tiempo de reacción, se neutralizó y se realizó una extracción líquido-líquido. El producto crudo se purificó mediante cromatografía en columna y su estructura se elucidó por espectrometría de masas, espectroscopía de infrarrojo y de RMN de ¹H y ¹³C, en 1D y 2D.

Resultados y Discusión. Se obtuvo una nueva sulfonamida derivada de bencimidazol, Figura 1. La N(2-(1H-bencimidazol-2-il)fenil)-4-metilbencensulfonamida, fue obtenida por medio de una reacción nucleofílica entre la 2-(1H-bencimidazol-2-il)-anilina y el p-TsCl, como un aceite denso color ámbar y con un rendimiento del 70 %; E.M: m/z (%): 363(100) [M]⁺. HRMS (ESI⁺, CH₂Cl₂): m/z = calcd C₂₀H₁₇N₃O₂S⁺: 363.1042; Exp 363.1053. RMN ¹H (400 MHz, CDCl₃) δ: 7.78 (d, J=7.8 Hz, 1H), 7.70 (d, J=8 Hz, 2H), 7.69 (d, J=8.1 Hz, 1H), 7.61 (m, 2H), 7.25 (m, 2H), 7.21 (td, J=1.4 J=7.3 Hz, 1H), 7.03 (d, J=7.9 Hz, 2H), 7.00 (td, J=1.1 J=7.5 Hz, 1H), 2.25 (s, 3H) ppm. RMN ¹³C (100MHz, CDCl₃) δ: 150.17 (C), 143.51 (C), 137.63 (C), 136.44 (C), 130.51 (CH), 129.36 (CH), 126.56 (CH), 123.35 (CH), 123.18



(CH), 119.85 (CH), 116.56 (C), 115.06 (CH), 21.30 (CH₃) ppm. Las señales observadas en los espectros unidimensionales corresponden a protones y carbonos aromáticos a excepción del metilo. Por ello, para asignar las señales se realizaron experimentos bidimensionales como COSY, HSQC (correlaciones heteronucleares a dos enlaces) y HMBC (correlaciones heteronucleares a más de dos enlaces). En el FTIR, se observaron las bandas esperadas de los grupos funcionales, del S=O en 1330 y 1153 cm⁻¹; del N – H = 3326 cm⁻¹ y C=N en 1611 cm⁻¹.

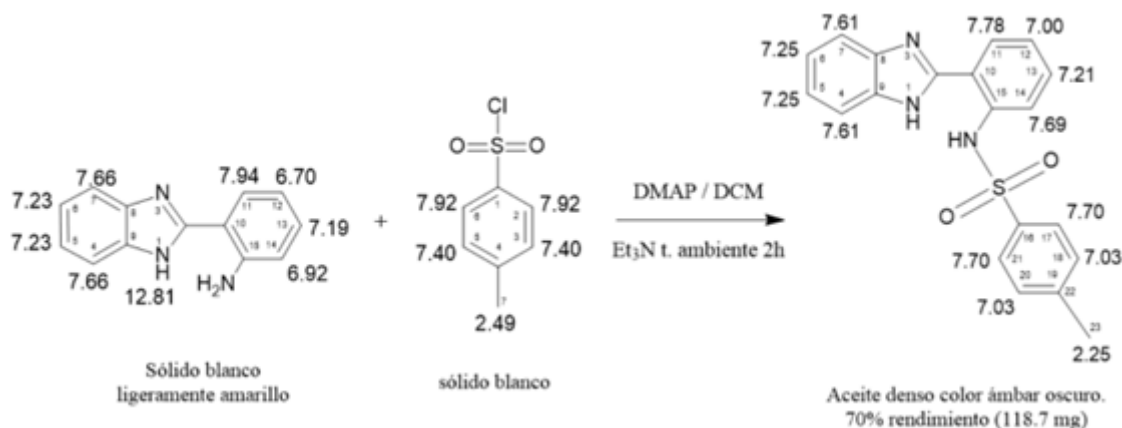


Figura 1. Obtención del compuesto N-(2-(1H-benzimidazol-2-il)fenil)-4-metilbencenosulfonamida, e identificación por RMN de ¹H.

Conclusiones. Se optimizaron las condiciones de reacción para la sulfonación de la 2-(1H-benzimidazol-2-il)-anilina con p-TsCl, obteniendo un rendimiento satisfactorio lo que confirma la viabilidad de la metodología propuesta. El compuesto obtenido contribuye al conocimiento del espacio químico y es un compuesto con potencial biológico.

Agradecimientos. A la FIQ-UADY, por el acceso a la infraestructura y el uso de los laboratorios de Química de Materiales y de Análisis Instrumental; y a la FQ-UADY, por la disponibilidad de infraestructura brindado en los laboratorios de Química Farmacéutica y de RMN.

Referencias.

1. Carballo R, Peniche H, Quijano R, Cáceres D, Mirón G, Graniel M, Reyes A, Moo R, Valencia L, Mena G (2024) Synthesis, in vitro Antitrichomonal Activity, and Docking Study of N-[(4-substituted phenyl)-1,3-thiazol-2-yl]-4-substituted Benzenesulfonamides. J Mex Chem Soc. vol. (1):124–34.
2. Hak J, Aggarwal A, Kumar S, Singh A, Kumari A (2023) Study on Benzimidazole: A Comprehensive Review. IJFMR Vol. 5, 1-20.
3. Narasimhan B, Sharma D, Kumar P. (2012) Benzimidazole: A medicinally important heterocyclic moiety. MCR Vol. 21, 269–83.
4. Baraa G, Khulood S, Alaa S, Ahmed A (2024) Sulfonamide Derivatives: Synthesis and Applications. IJFCPR Vol. 1, 001–005.
5. Scott K, Njardarson J (2018) Analysis of US FDA-Approved Drugs Containing Sulfur Atoms. TCC Vol. 376.

Obtención de hidrocarbón y zeolita, potenciales precursores para la síntesis de materiales híbridos

Bojórquez Arjona Jeimy^a, Abdellaoui Youness^b, Barrón Zambrano Jesús Alberto^a, Gutiérrez Ramírez Rodrigo^b, Baz Rodríguez Sergio^a, Esparza Ruiz Adriana^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C.P. 97302

^bCentro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial Saltillo-Ramos Arizpe, Coahuila, C.P. 25900

(A21223028@alumnos.uady.mx y adriana.esparza@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La proliferación masiva de macroalgas en las costas del Caribe mexicano se ha convertido en un problema de impacto económico, ambiental y de peligro para la salud humana por su rápida descomposición y lo propenso a terminar en lixiviados; ocasionando la contaminación del agua [1]. Mediante la carbonización hidrotermal se puede transformar biomasa húmeda en un material sólido rico en carbono, con menor contenido de humedad. La adición de zeolita durante el proceso puede mejorar las propiedades texturales, aumentar la porosidad y conferir capacidad de adsorción, lo que amplía el uso del material para la remediación de aguas contaminadas [2]. El objetivo de este trabajo es obtener y caracterizar dos precursores de materiales híbridos: hidrocarbón a partir de macroalgas y zeolitas, mediante proceso hidrotermal, para evaluar sus propiedades fisicoquímicas.

Metodología. El hidrocarbón se obtuvo por proceso hidrotermal a 220 y 240 °C. La zeolita se sintetizó a partir de sus reactivos puros por proceso hidrotermal a dos condiciones de añejamiento, a 10 min y por 2 horas. Se analizaron por varias técnicas para conocer su estructura y morfología, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos, por Análisis Termogravimétrico (ATG) y espectroscopía infrarroja (FTIR).

Resultados y Discusión. Se obtuvieron hidrocarbones a 220 y a 240 °C. En la Figura 1a, se presentan sus termogramas, los cuales muestran pérdidas de masa significativas entre 100–600 °C, correspondientes a la eliminación de humedad, compuestos volátiles, proteínas y degradación de la matriz carbonosa, reflejando una estabilidad térmica > 240 °C. En contraste, los termogramas de la zeolita, ver Figura 1b, exhiben pérdidas de masa mínimas por debajo de 200 °C, lo que se asocia al agua adsorbida y se observa que mantienen su estructura cristalina estable a temperaturas elevadas. El espectro de FTIR del hidrocarbón a 240 °C, Figura 2a, mostró bandas de enlaces C-H de hidrocarburos (2946 y 2858 cm⁻¹); otra a 3631 cm⁻¹ atribuida a la vibración de estiramiento del O-H, como producto de la deshidratación [3]. En el FTIR de la zeolita “tipo A”, Figura 2b, se observaron las vibraciones Si-O(Al) (973 cm⁻¹) y una que indica que se forman enlaces puentes Si-O-Al (685 cm⁻¹) [4].

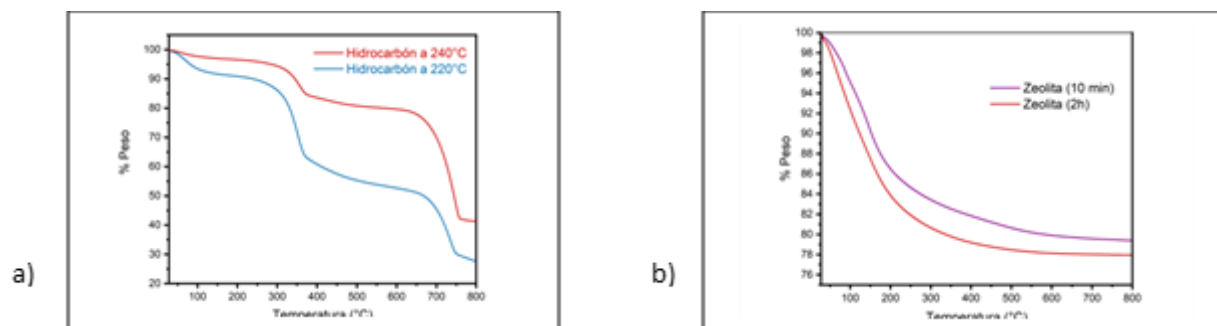


Fig. 1. Termogramas de hidrocarbón a 220 y 240 °C (a) y de zeolita con 10 min y con 2 h de añejamiento (b).

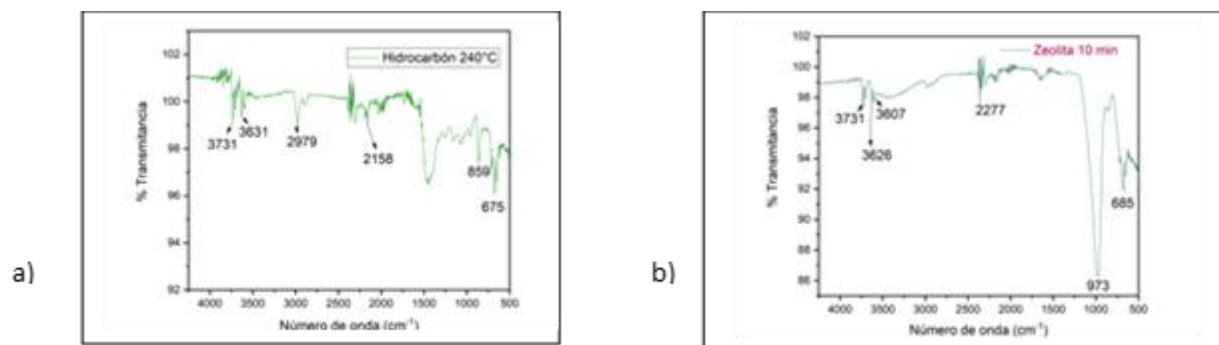


Fig. 2. FTIR de hidrocarbón a 240 °C y de la zeolita con añejamiento de 10 min

Conclusiones. El hidrocarbón obtenido a 240 °C presenta mayor estabilidad térmica y una estructura estable, debido a que su pérdida de masa es a temperaturas más altas, que el de 220 °C. Se obtuvo la zeolita a través de sus reactivos puros, ambas con estabilidad térmica similar, siendo mejor la de 10 min de añejamiento.

Agradecimientos. Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Saltillo por la infraestructura para realizar la parte experimental y analizar los productos obtenidos.

Referencias.

1. Chávez, V.; Uribe-Martínez, A.; Cuevas, E.; Rodríguez-Martínez, R. E.; van Tussenbroek, B. I.; Francisco, V.; Estévez, M.; Celis, L. B. (2020). Massive Influx of Pelagic Sargassum spp. on the Coasts of the Mexican Caribbean 2014–2020: Challenges and Opportunities. *Water*, 12(10), 2908.
2. Li, H.; Zheng, F.; Wang, J.; Zhou, J.; Huang, X.; Chen, L.; Hu, P.; Gao, J. ming; Zhen, Q.; Bashir, S.; Liu, J. L. (2020). Facile preparation of zeolite-activated carbon composite from coal gangue with enhanced adsorption performance. *Chemical Engineering Journal*, 390, 124513.
3. Chen, C.; Liang, W.; Fan, F.; Wang, C. (2021). The Effect of Temperature on the Properties of Hydrochars Obtained by Hydrothermal Carbonization of Waste Camellia oleifera Shells. *ACS Omega*, 6(25), 16546-16552.
4. Król, M.K.; Jeleń, P. (2021). The Effect of Heat Treatment on the Structure of Zeolite A. *Materials*, 14(16), 4642.



Estudio estructural de compuestos de coordinación de cobre(II) mono, di y tetra nucleares con ligantes derivados de 5-nitroimidazol con posible actividad biológica

Barrales Hernández Jesús Eduardo, Navarro Peñaloza Rubí, Barba Behrens Noráh

Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria., Coyoacán, C.P. 04510 Ciudad de México, México.
(j.eduardobh@comunidad.unam.mx, norah@unam.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En los últimos años los compuestos de coordinación han sido ampliamente estudiados por su potencial aplicación como agentes terapéuticos, el centro metálico provee al compuesto de una gran variedad estructural, determinada por las distintas geometrías y los números de coordinación que el metal puede adoptar. Con base a esto, se ha observado que las interacciones no covalentes desempeñan un papel importante tanto en la estabilización de las estructuras como en la comprensión de sus propiedades biológicas [1,2]. Entre las interacciones no covalentes que se han estudiado se encuentran los enlaces de hidrógeno, interacciones de apilamiento tipo $\pi \cdots \pi$ en anillos aromáticos, enlace de halógeno e interacciones de tipo par libre $\cdots \pi$, se han observado que estabilizan dianas biológicas como los son proteínas y el ADN. En el grupo de investigación de la doctora Noráh Barba se han desarrollado diversos compuestos de coordinación con metales de transición y recientemente se encontraron compuestos de cobre(II) y zinc(II) con derivados de 5-nitroimidazol, activos contra el parásito *Toxoplasma gondii* [3]. Los resultados obtenidos han motivado el interés en desarrollar nuevos compuestos de coordinación que permitan comprender mejor la relación entre las interacciones no covalentes y las propiedades biológicas de estos compuestos y de esta forma contribuir al diseño racional de nuevas moléculas con potencial actividad terapéutica. El objetivo de este trabajo es realizar la caracterización estructural de nuevos compuestos de coordinación con centro metálico de cobre(II) y los ligantes metronidazol ($C_6H_9N_3O_3$) y su derivado clorado cenx ($C_6H_8N_3O_2Cl$).

Metodología. Se sintetizaron compuestos de coordinación con estequiometría metal:ligante 1:1 de acetato de cobre(II) y con estequiometría 1:2 con cloruro y nitrato de cobre(II) con el ligante cenx y se sintetizó un compuesto de nitrato de cobre(II) y metronidazol con estequiometría 1:2. Para la síntesis de los compuestos se adaptó la metodología descrita en trabajos previos, usando etanol como disolvente [3]. Los compuestos obtenidos fueron caracterizados mediante diversas técnicas: análisis elemental, momento magnético efectivo, conductividad eléctrica, espectroscopía IR, espectroscopía UV-Vis-NIR y difracción de rayos X en monocristal.

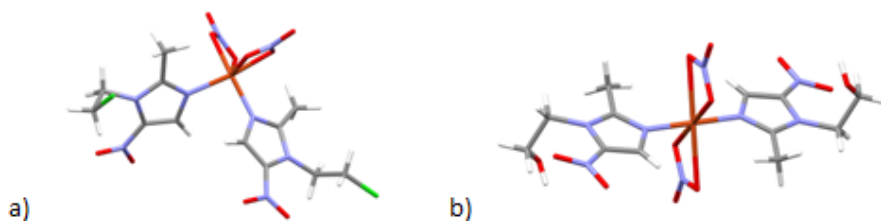


Fig. 1. Compuestos de coordinación sintetizados para el trabajo. a) Compuesto $[\text{Cu}(\text{cenz})_2(\text{NO}_3)_2]$, con los nitratos en posición cis. b) Compuesto $[\text{Cu}(\text{mtz})_2(\text{NO}_3)_2]$ con los nitratos en posiciones trans.

Resultados y Discusión. Se obtuvieron 5 compuestos de coordinación, 2 mononucleares: $[\text{Cu}(\text{cenz})_2(\text{NO}_3)_2]$, $[\text{Cu}(\text{mtz})_2(\text{NO}_3)_2]$; dos dinucleares: $[\text{Cu}(\text{cenz})_2(\mu\text{-Cl})\text{Cl}]_2$, $[\text{Cu}(\text{cenz})(\mu\text{-OAc})]_2$ y un compuesto tetranuclear: $[\text{Cu}_4(\text{cenz})_4(\mu_2\text{-Cl})(\mu_4\text{-O})]$. El compuesto $[\text{Cu}(\text{cenz})_2(\text{NO}_3)_2]$ (Figura 1a), con geometría octaédrica, los iones nitrato actúan como ligantes bidentados, por medio de la estructura de rayos X se demostró que se encuentran en posición cis. El compuesto $[\text{Cu}(\text{mtz})_2(\text{NO}_3)_2]$ (Figura 1b), es un compuesto con geometría octaédrica, los iones nitrato se encuentran coordinados de forma bidentada en posición trans. En el compuesto dinuclear $[\text{Cu}(\text{cenz})_2(\mu_2\text{-Cl})\text{Cl}]_2$, dos átomos de cloro se encuentran formando puentes entre dos átomos de cobre, con geometría de pirámide de base cuadrada, además cada centro metálico forma enlaces con dos ligantes cenz y un átomo de cloro terminal. El compuesto dinuclear $[\text{Cu}(\text{cenz})(\mu_2\text{-OAc})]_2$, contiene 4 moléculas de acetato formando puentes entre dos átomos de cobre que tienen una geometría de pirámide de base cuadrada, cada uno enlazado a un ligante cenz. Finalmente, el compuesto tetranuclear $[\text{Cu}_4(\text{cenz})_4(\mu_2\text{-Cl})_6(\mu_4\text{-O})]$ presenta un átomo de oxígeno central enlazado a los 4 átomos de cobre que presentan geometría bipirámide trigonal y están enlazados a 3 átomos de cloro puentes, y un ligante cenz. El compuesto $[\text{Cu}(\text{cenz})_2(\text{NO}_3)_2]$ se encuentra en el proceso de pruebas biológicas contra el parásito *T. gondii*.

Conclusiones. En este trabajo se logró sintetizar y caracterizar 5 nuevos compuestos de coordinación de cobre(II) y ligantes derivados de 5-nitroimidazol. Por medio de las diversas técnicas a las cuales fueron sometidos los compuestos de coordinación se confirmó la formación de compuestos mono, di y tetranucleares con geometrías octaédrica, pirámide de base cuadrada y bipirámide trigonal respectivamente representando la diversidad estructural de los compuestos de coordinación de cobre(II).

Agradecimientos. A los proyectos DGPA-UNAM [IN200922] y PAPIT [5000-9035] por el financiamiento económico otorgado.

Referencias.

1. Navarro, R., Landeros, B., López, H., Castro, R., Barba, N. (2023). New insights on transition metal coordination compounds with biological active azole and nitroimidazole derivates. *Coord. Chem. Rev* vol 492 (215360).
2. Ajibola, A., Cubillán, N., Jiménez, L., Klak, J., Sieron, L., Maniukiewicz. (2025). Magneto-structural, stabilizing interactions, thermal, and molecular docking studies of Cu(II) complexes with sorbic and 3-phenylpropanoic acids and N-donor ligands. *J. Mol. Struct* vol 1338 (142346).
3. Navarro, R. (2024). Actividad antiparasitaria y unión al ADN de compuestos de coordinación de cobre(II) y zinc (II) con ligantes derivados de 5-nitroimidazol. [Tesis de doctorado, Facultad de química, UNAM].

Influencia de los contraiones cloruro, nitrato y acetato en la geometría de compuestos de cobre(II) con ornidazol

Garza Plazas José Miguel, Navarro Peñaloza Rubí, Barba Behrens Noráh.

Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.

(jmiguelfarzap@gmail.com y norah@unam.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral

Introducción. La toxoplasmosis es una enfermedad zoonótica causada por el parásito *Toxoplasma gondii*, el cual se encuentra infectando a una tercera parte de la población global; sin embargo, la seroprevalencia es mayor al 40% en ciertas regiones de México.[1] El tratamiento actual es la sulfadiazina, sin embargo, presenta desventajas como la resistencia de *T. gondii* contra este fármaco, además de causar efectos adversos.[2] Como una alternativa, se plantea el uso de compuestos de coordinación con 5-nitroimidazoles, los cuales presentan un amplio espectro de actividad antibacteriana y antiparasitaria.[3] En el grupo de la Dra. Noráh Barba, se sintetizaron compuestos con ornidazol, onz ($C_7H_{10}ClN_3O_3$), a partir de cloruros y bromuros de cobre(II) y zinc(II). Los compuestos $[Cu(onz)_2Cl_2]$ y $[Cu(onz)_2Br_2]$ presentaron una mayor actividad contra *T. gondii* en comparación con el tratamiento actual.[4] Se busca sintetizar nuevos compuestos de cobre(II) y ornidazol, con otros ligantes, como nitratos y acetatos.

Metodología. Se sintetizaron los compuestos $cis-[Cu(onz)_2(NO_3)_2]$, $trans-[Cu(onz)_2(NO_3)_2]$, $[Cu(onz)(\mu-OAc)_2]_2$ y $[Cu(onz)_2(\mu-Cl)Cl]_n$, disolviendo 0.23 mmol de sal metálica en 10 mL de disolvente y 0.46 mmol de ornidazol en 10 mL del mismo disolvente (a excepción de $[Cu(onz)(\mu-OAc)_2]_2$, que se añadió 0.23 mmol de ornidazol para su reacción). La mezcla se mantuvo en reflujo durante 2 h para los compuestos con nitratos, y 1 h y 3h para $[Cu(onz)(\mu-OAc)_2]_2$ y $[Cu(onz)_2(\mu-Cl)Cl]$, respectivamente. Se evaporó el disolvente a sequedad y se aislaron los compuestos. El compuesto $cis-[Cu(onz)_2(NO_3)_2]$ cristalizó por difusión de éter etílico. $[Cu(onz)(\mu-OAc)_2]_2$ y $[Cu(onz)_2(\mu-Cl)Cl]_n$ cristalizaron por evaporación lenta en etanol. Se obtuvo cristales aptos para difracción de rayos X de monocristal. En este trabajo se realizó la caracterización de nuevos compuestos con onz mediante análisis elemental, FT-IR, espectroscopía electrónica, susceptibilidad magnética y conductividad eléctrica.

Resultados y Discusión. En los espectros de FT-IR se observa el desplazamiento de la banda $\nu(C=N)$ desde 1536 cm^{-1} en el ligante libre a un valor entre $1539 - 1566\text{ cm}^{-1}$ de todos los compuestos, lo cual confirma la coordinación del ligante onz al cobre(II) mediante el nitrógeno en posición 3 del anillo. Las fórmulas se proponen con base en los resultados de análisis elemental y conductividad eléctrica. El momento magnético efectivo de los compuestos se encuentra dentro del intervalo esperado para cobre(II), $1.7 - 2.2\text{ M.B.}$ [5], a excepción de $[Cu(onz)(\mu-OAc)_2]_2$, con $\mu_{\text{eff}}=1.65\text{ M.B.}$, lo cual indica posible acoplamiento antiferromagnético. Las bandas de transición en los espectros electrónicos confirmaron la

geometría de cada compuesto, siendo octaédrica para los compuestos con nitratos y pirámide de base cuadrada para cloruros y acetatos. La difracción de rayos X de monocristal corroboró las estructuras de los compuestos $[\text{Cu}(\text{onz})(\mu\text{-OAc})_2]_2$, $\text{cis-}[\text{Cu}(\text{onz})_2(\text{NO}_3)_2]$, que cristalizaron en sistemas cristalinos monoclinicos y el compuesto $[\text{Cu}(\text{onz})_2(\mu\text{-Cl})\text{Cl}]_n$ cristalizó como polímero unidimensional en un sistema rómbico (Fig. 1).

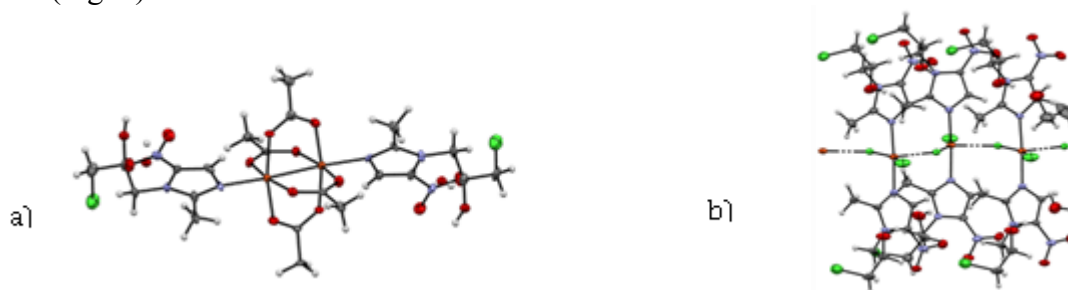


Fig. 1. Representación ORTEP al 50% de probabilidad para la estructura de los compuestos a) $[\text{Cu}(\text{onz})(\mu\text{-OAc})_2]_2$ y b) $[\text{Cu}(\text{onz})_2(\mu\text{-Cl})\text{Cl}]_n$.

Conclusiones. El ligante ornidazol se coordina de manera monodentada mediante el átomo de nitrógeno en la posición 3 del anillo imidazólico para todos los compuestos sintetizados. El compuesto $\text{cis-}[\text{Cu}(\text{onz})_2(\text{NO}_3)_2]$ presenta una estructura octaédrica distorsionada. Se propone que el compuesto $\text{trans-}[\text{Cu}(\text{onz})_2(\text{NO}_3)_2]$ presenta una geometría octaédrica trans. El compuesto $[\text{Cu}(\text{onz})_2(\mu\text{-Cl})\text{Cl}]_n$ es un polímero unidimensional, con cada centro de cobre(II) con geometría de pirámide de base cuadrada. Finalmente, el compuesto $[\text{Cu}(\text{onz})(\mu\text{-OAc})_2]_2$ es dinuclear, con una geometría de pirámide de base cuadrada para cada centro metálico.

Agradecimientos. Se agradece a los proyectos DGAPA-UNAM [IN206922] y PAPIT [5000-9035].

Referencias.

1. De Jesús-Sánchez M., Ruiz-Navarro G., Varela-Cardoso M., González-Del Carmen M. (2019) Seroprevalencia de anticuerpos anti-Toxoplasma gondii en una población de la región central de Veracruz. *Avan C Salud Med*, **7**(1): 3-8.
2. de Lima G., Vitor R., Lobo L., Rêgo W., de Souza G., Lopes R., Costa, J., Martins-Duarte E. (2023) In vitro and in vivo susceptibility to sulfadiazine and pyrimethamine of Toxoplasma gondii strains isolated from Brazilian free wild birds. *Sci. Rep.* **13** (1): 7359.
3. Santra R., Ganguly D., Singh J., Mukhopadhyay K., Das S. (2015) A study on the formation of the nitro radical anion by ornidazole and its significant decrease in a structurally characterized binuclear Cu (II)-complex: impact in biology. *Dalton Trans.* **44**(4): 1992-2000.
4. Navarro-Peñaloza R., Anacleto-Santos J., Rivera-Fernández N., Sánchez-Bartez F., Gracia-Mora I., Caballero, A., Gamez, P., Barba-Behrens, N. (2024) Anti-toxoplasma activity and DNA-binding of copper(II) and zinc(II) coordination compounds with 5-nitroimidazole-based ligands, *JBIC*, **29**: 33–49.
5. Mugiraneza S., Hallas A. (2022) Tutorial: A Beginner's Guide to Interpreting Magnetic Susceptibility Data with the Curie-Weiss Law. *Commun Phys*, **5**: 95.

Síntesis de compuestos de Ag(I) con derivados de imidazol, con posible actividad biológica

Torres Gutiérrez Carolina, Barba Behrens Noráh

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección. Ciudad Universitaria CP 04510,
Coyoacán, Ciudad de México.

(carolina.torresg@bachilleres.edu.mx, norah@unam.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Los compuestos heterocíclicos derivados del imidazol, tienen gran relevancia en química medicinal debido a sus diversas aplicaciones en el área farmacéutica como antiparasitarios, analgésicos, antihistamínicos, antivirales, anticancerosos o antifúngicos [1]. Los complejos de metales de transición con ligantes biológicamente activos han demostrado un efecto sinérgico, mejorando o modificando su actividad biológica al estar coordinados a un centro metálico [2]. En las últimas décadas, diversos grupos de investigación se han enfocado en el estudio de compuestos de coordinación con moléculas biológicamente activas, con el fin de optimizar su actividad biológica original o disminuir los efectos secundarios adversos [3]. En particular, trabajar con compuestos de plata es altamente prometedor debido a su reconocida eficacia antimicrobiana, su baja toxicidad en humanos y su capacidad para aumentar la actividad biológica de los ligantes con los que forma complejos [4]. Además de su uso tradicional en la prevención de infecciones y aplicaciones médicas como catéteres e implantes, los complejos de plata(I) han demostrado propiedades biológicas significativas [5,6]. Debido a la resistencia que actualmente se presenta a los antibióticos y antiparasitarios, así como la necesidad de nuevos compuestos con propiedades anticancerosas con menor toxicidad, en este proyecto se propone la síntesis y caracterización de nuevos compuestos de coordinación de plata(I) con los derivados de imidazol: Ronidazol, emizco y semizco (Figura 1). Estos derivados imidazólicos poseen actividad biológica y contienen el grupo carbamato o el grupo éster, que tienen la posibilidad de coordinarse al metal, confiriéndole estabilidad a los compuestos de coordinación. El objetivo general es sintetizar y caracterizar compuestos de coordinación de plata(I) con los derivados de imidazol; Ronidazol, emizco y semizco a partir de la sal metálica AgNO_3 y estudiar las propiedades antiparasitarias y anticancerosas de los compuestos obtenidos.

Metodología. Los compuestos de coordinación con Ag(I) se sintetizaron como se indica en la figura 2, a partir de AgNO_3 . El ligante y la sal metálica se disuelven por separado en 20 mL de disolvente caliente, posteriormente se mezclan y se calientan bajo agitación y a reflujo por 4 horas, utilizando en todos los casos una estequiometría 1:2 metal:ligante.

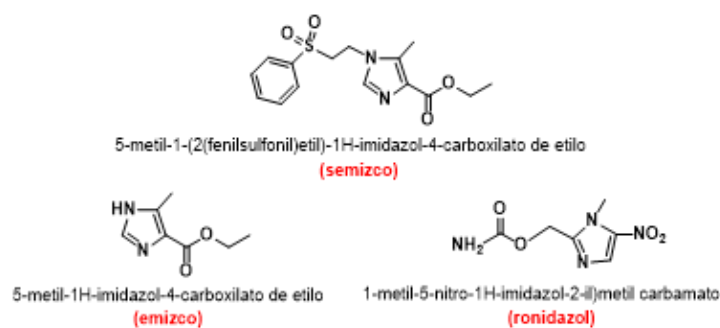


Fig. 1. Derivados de imidazol estudiados en este proyecto.

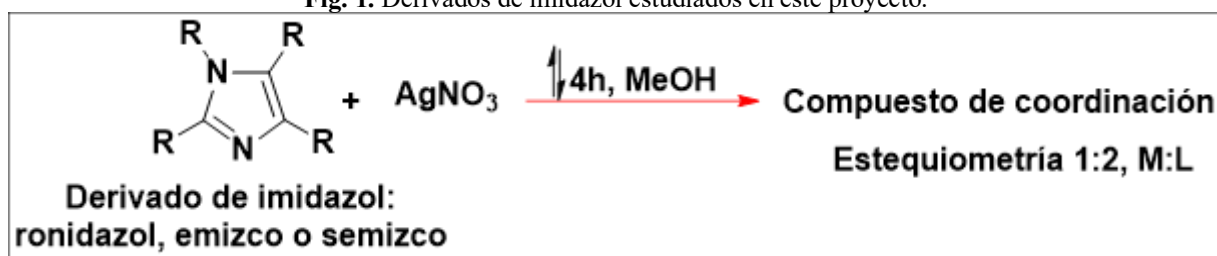


Fig. 2. Síntesis general de los compuestos de coordinación de Ag(I).

Resultados y Discusión. Se logró sintetizar los compuestos de coordinación de Ag(I): $[\text{Ag}(\text{ronidazol})_2\text{NO}_3]$, $[\text{Ag}(\text{emizco})_2\text{NO}_3]$ y $[\text{Ag}(\text{semizco})_2\text{NO}_3]$ en rendimientos de alrededor del 85%. Los compuestos fueron caracterizados mediante espectroscopía de infrarrojo (IR), resonancia magnética nuclear de protón (^1H RMN) y análisis elemental (AE). Estos resultados se profundizarán en la presentación.

Conclusiones. Se estableció un método de síntesis para la obtención de los compuestos $[\text{Ag}(\text{ronidazol})_2\text{NO}_3]$, $[\text{Ag}(\text{emizco})_2\text{NO}_3]$ y $[\text{Ag}(\text{semizco})_2\text{NO}_3]$ en buenos rendimientos, los cuáles fueron caracterizados mediante IR, ^1H RMN y AE. Debido al potencial que podrían tener como anticancerosos o antiparasitarios, se estudiará la actividad biológica de los mismos.

Agradecimientos. Agradecemos a la Unidad de Servicios de Apoyo a la Investigación y la Industria (USAI) de la UNAM y al programa de becas posdoctorales DGAPA-UNAM.

Referencias.

1. D.K. Lang, R. Kaur, R. Arora, B. Saini, S. Arora, Anti Cancer Agents Med. Chem., **2020**, 20, 2150–2168.
2. R. Paprocka, M. Wiese-Szadkowska, S. Janciauskiene, T. Kosmalski, M. Kulik, A. Helmin-Basa, Coord. Chem. Rev., **2022**, 452, 214307.
3. R. Navarro-Peñaloza, B. Landeros-Rivera, H. López-Sandoval, R. Castro-Ramírez, N. Barba-Behrens, Coord. Chem. Rev., **2023**, 494, 215360.
4. K. Stryjska, L. Radko, L. Checinska, J. Kusz, A. Posyniak, J. Ochocki, Int. J. Mol. Sci., **2020**, 21, 3629.
5. A. Waszczykowska, D. Zyro, P. Jurowski, J. Ochocki, J. Trace. Elem. Med. Biol., **2020**, 61, 126531.
6. M. Fabijanska, A.J. Rybarczyk-Pirek, J. Dominikowska, K. Stryjska, D. Zyro, M. Markowicz-Piasecka, M. I. Szykowska-Józwik, J. Ochocki, J. Sikora, Int. J. Mol. Sci., **2024**, 25, 5081.

Síntesis de compuestos de coordinación de plata(i) y cromo(iii) del ácido 2-bencimidazol propionico

Tenorio Olvera Abigail ^a, López Sandoval Horacio^b, Barba Behrens Norah^b, Esparza Ruiz Adriana^a

^aFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatan, 97069.

^bFacultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U, Coyoacán, CDMX, 04510.

(a19203242@alumnos.uady.mx, adriana.esparza@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Los bencimidazoles son heterociclos aromáticos que han sido ampliamente estudiados y aplicados en diversas áreas, destacando principalmente su uso en la industria farmacéutica debido a sus propiedades biológicas. Al coordinarse con metales, forman compuestos con potencial actividad antimicrobiana, antiviral, antifúngica y anticancerígena, como los de plata, que han demostrado un amplio espectro de actividad antibacteriana y propiedades catalíticas, que se atribuyen a su capacidad para interactuar con proteínas y ácidos nucleicos. [1-3] Los compuestos de cromo brindan grandes beneficios al ser humano, como disminución de la grasa corporal, aumento en la masa muscular, regulación del metabolismo de la glucosa y disminución del colesterol. [4] El objetivo de este trabajo es sintetizar y caracterizar compuestos de Ag(I) y Cr(III) del ácido 2-bencimidazol propionico (L).

Metodología. Para los compuestos de Ag(I) se utilizaron estequiometrias, L:sal metálica (AgNO₃ o CrCl₃ 6H₂O) de 1:1 y 1:2, identificando los productos como AgR1 y AgR2, respectivamente; el de Cr(III) como CrL. El ligante y la respectiva sal se disolvieron en THF y se llevaron a reflujo (2 h). El producto de reacción se filtró a vacío y se lavó con THF. A los sólidos obtenidos se identificaron por punto de fusión y pruebas de solubilidad, así como por IR y UV-Vis-NIR. El L y los de plata(I), que son diamagnéticos, por RMN de ¹H y ¹³C.

Resultados y Discusión. En los espectros de IR de AgR1, no se observaron las señales correspondientes del grupo NO₃; asimismo, en el L la vibración de 1631 pasó a 1703 cm⁻¹ (C=O), indicando que el L se coordina al centro metálico por medio del oxígeno; en cambio en el AgR2 se observaron las del grupo NO₃ (entre 1400-1350 cm⁻¹) y la vibración C=N de 1543 pasó a 1544 cm⁻¹, dando indicio de que el nitrógeno del L se coordina al ion Ag⁺. La RMN de ¹H confirmó cambios en el entorno químico del protón del carboxilo. En L y en el AgR2 el H14 del COOH aparece a 6.63 ppm, mientras que en AgR1 la señal de este H no se observó. En el caso del compuesto de CrL, L actúa como bidentado, se coordinó a través del N tipo imidazol y del oxígeno del C=O [la señal del C=N pasó de 1543 a 1557 cm⁻¹; y la de C=O de 1631 a 1723 cm⁻¹]. El UV-Vis mostró las transiciones ($\nu_1 = 17212$ y $\nu_2 = 24094$ cm⁻¹) características de un ion Cr³⁺ con geometría octaédrica.

**Cuadro 1.** Caracterización de los complejos de Ag(I) y Cr(III). RMN en DMSO-d₆.

	Solubilidad	p.f./p.d. (°C)	Aspecto	IR (cm ⁻¹)	¹ H RMN ppm	¹³ C RMN ppm	T. C. (cm ⁻¹)
L	DMSO, THF, MeCN	p.f. 230	Polvo cristalino blanco	3159 (ar N-H)	2.81 (H11, m), 2.98 (H10, m), 6.63 (H14, s), 7.13 (H8,9, m), 7.46 (H6,7, m), 9.66 (H1)	23.89 (C10), 31.40 (C11), 114.45 (C6,7), 121.26 (C5,8), 138.68 (C4,9), 154.11 (C2), 173.61 (C12)	34794
				1631 (C=O)			
				1589 (C=C)			
				1543 (C=N)			
AgR1	DMSO, EtOH, MeOH CHCl ₃	p.d. 177	Polvo blanco	3177 (ar N-H)	2.88 (H11, m), 3.25 (H10, m), 7.29 (H8,9, m), 7.63 (H6,7, m), 8.24 (H1)	24.47 (C10), 31.66 (C11), 114.75 (C6,7), 122.63 (C5,8), 137.20 (C4,9), 155.37 (C2), 173.20 (C12)	33858
				1703 (C=O)			
				1575 (C=C)			
				1543 (C=N)			
AgR2	DMSO, EtOH, MeOH, CHCl ₃	p.d. 180	Polvo blanco	3149 (ar N-H)	2.83 (H11, m), 3.06 (H10, m), 6.63 (H14, s), 7.23 (H8,9, m), 7.63 (H6,7, m), 9.37 (H1)	24.03 (C10), 31.42 (C11), 114.53 (C6,7), 121.97 (C5,8), 137.75 (C4,9), 154.63 (C2), 173.37 (C12)	34094
				1629 (C=O)			
				1560 (C=C)			
				1544 (C=N)			
CrL	EtOH, MeOH, H ₂ O, DMSO	p.d. 130	Polvo azul- gris	1400 a 1350 (NO ₃)			17212 24094
				1686 (N-H)			
				1723 (C=O)			
				1572 (C=C)			
				1557 (C=N)			

Conclusiones. El ácido 2-bencimidazol propiónico es capaz de formar compuestos de coordinación de plata(I) y cromo(III). En Ag1 y CrL, el ligante actuó como bidentado, a través del oxígeno del carboxilo y del nitrógeno del bencimidazol. En el Ag2, podría estar actuando como mono- o bidentado, hace falta realizar otros estudios, como análisis elemental para confirmar alguna estructura alrededor del metal. En el compuesto CrL, la esfera de coordinación del cromo(III) mostró una geometría octaédrica.

Agradecimientos. Al departamento de Química Inorgánica y Nuclear de la Facultad de Química UNAM por la infraestructura. Al Dr. Horacio López por el apoyo y enseñanza en la realización de este trabajo.

Referencias

1. C. Kucuk; S. Celik; S. Yurdakul; B. Erdem. (2024). *Polyhedron*. vol (251): 116868.
2. H. Bekci; N. Özdemir; Z. Şahin; A. Mumcu; S. Dayan; M.O. Karataş. (2024). *Polyhedron*, 257, 117011.
3. N. Şahin, M.A. Mosrati; A. Merghni; I. Özdemir; H. Sellami; K. Bedchiche; S. Krayiem; S. Aifa; D. Abdelmalek; D. Sémeril. (2025). *J. Mol. Struc.* 1322, 140440.
4. G. S. Morris, K. A. Nyska, B. J. Collins, K. L. Witt, G. E. Kissling, D.E. Malarkey, M. J. Hoot. (2009). *Food Chem. Toxicol.*, 47, 729.

Validación fitoquímica de Bauhinia, un legado de la medicina tradicional

Caamal Alonzo Zabdiel Julieth Guadalupe¹, López Alcantara Ruth ², Garza Ortiz Ariadna¹

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas ²Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ing. Humberto Lanz Cárdenas s/n col. Ex Hacienda Kalá, San Francisco de Campeche, Campeche, México, 24085.
(al067670@uacam.mx, arigarza@uacam.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel presencial

Introducción. Los productos naturales derivados de plantas representan una fuente valiosa e importante de compuestos con potencial terapéutico. El género Bauhinia, conocido como “pata de vaca” o en maya, “ts’ulub’took”, pertenece a la familia Fabaceae y comprende alrededor de 300 especies distribuidas en regiones tropicales.[1] En México y Centroamérica se han reportado cerca de 50 especies, destacando la península de Yucatán como un centro de biodiversidad para el género. Las especies de Bauhinia se caracterizan por hojas bilobadas o bifoliadas y flores vistosas, tipo orquídeas, de diversos colores, que se emplean en la medicina tradicional maya para tratar diarreas y contrarrestar el mal de aliento.[2] Estudios previos en el género, han reportado actividades antimicrobianas antiinflamatorias, anticoagulantes e hipolipemiantes; sin embargo, no existen reportes fitoquímicos detallados de especies nativas de la península de Yucatán y México.[3] Este estudio tuvo como objetivo desarrollar el perfil fitoquímico de B. divaricata y B. purpurea del estado de Campeche, validando su uso tradicional y explorando nuevas aplicaciones terapéuticas en armonía con su conservación y uso sostenible.

Metodología. Se hizo una exploración en diferentes puntos cercanos a la ciudad de Campeche. La identificación de las especies se efectuó mediante análisis de los caracteres diagnósticos y marcadores botánicos con ayuda de expertos taxónomos, siguiendo estándares de rigor científico. Una vez identificadas las especies se recolectaron y acondicionaron hojas, tallos, flores y frutos de ambas especies. Luego de transporte, limpieza, secado y molienda adecuados, el material vegetal se sometió a maceración secuencial con solventes de distinta polaridad para lograr una extracción completa de metabolitos secundarios. Los extractos obtenidos se concentraron a sequedad (>de 40 °C). A partir de la masa seca, se prepararon soluciones patrón de 1000 ppm. Con estas soluciones, se desarrollaron las pruebas cualitativas estandarizadas para identificar los metabolitos secundarios.

Resultados y Discusión: El proceso de maceración fue exitoso al conseguir la extracción exhaustiva de los productos naturales. El análisis fitoquímico reveló la presencia de metabolitos secundarios con potencial aplicación en el campo de la terapéutica. Se identificaron taninos y alcaloides en altas concentraciones, mediante el uso de FeCl₃ para taninos y Dragendorff, Meyer y Wagner para alcaloides. asociados con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas.[4] Asimismo, se detectaron flavonoides, quinonas y terpenos, moléculas reconocidas por su actividad anticancerígena y protectora celular. De igual forma, se observó la presencia de mucílagos, que aportan propiedades demulcentes y

protectoras, fortaleciendo el valor terapéutico de la especie. En contraste, las pruebas resultaron negativas para saponinas, lípidos y antocianinas. Estos resultados respaldan parcialmente el uso tradicional de Bauhinia y sugieren un potencial farmacológico y la necesidad de más estudios. La diversidad de metabolitos detectados resalta la importancia de la caracterización fitoquímica como primer paso para la búsqueda de compuestos bioactivos.

	<i>Bauhinia purpurea</i>				<i>Bauhinia divaricata</i>			
	MeOH	EtOH	CH ₂ Cl ₂	Hexano	MeOH	EtOH	CH ₂ Cl ₂	Hexano
Saponinas								
Espuma	+	-	-	-	-	-	-	-
Fenoles totales								
FeCl ₃	++	++	++	-	++	-	-	-
Taninos								
PbAcOEt H ₂ O	+	+	+	-	+++	+++	+	+
K ₂ Cr ₂ O ₇	+	+	-	-	++	++	+	+
Prueba Gelatina	+	+	-	-	+	+	+	+
Flavonoides								
Shinoda	+	+	-	-	+	+	-	-
Pew	+	+	+	-	+	+	-	-
PbAcOEt EtOH	+	+	-	-	+	+	-	-

Antocianidinas								
Rosenheim	-	-	-	-	-	-	-	-
Quinonas								
Bomtrager	+	++	-	-	+	+	-	-
Terpenos y esteroides								
Salkowski	+	-	-	-	+	-	-	-
Alcaloides								
Dragendorff mod	+	+	+	-	++	+	-	-
Mayer+HCl 50%	+	+	nc	nc	+	+	nc	nc
Lípidos								
SudanIII	-	-	+	+	-	-	-	-
Aminoácidos								
Ninhidrina	+	-	-	-	+	+	-	-



A.

B.

Fig 1. A. Perfil fitoquímico en especies del género Bauhinia. B. Prueba de Salkowski para detección de terpenos y esteroides. Anillo café en interfase.

Conclusiones. El análisis fitoquímico de *B. divaricata* y *B. purpurea* confirmó la presencia taninos, terpenos, alcaloides, flavonoides y mucílagos, compuestos con reconocida actividad antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana. Estos resultados respaldan el uso tradicional que pudiera darse a ambas especies y refuerzan su potencial como fuente de compuestos bioactivos con aplicaciones farmacológicas. Asimismo, se destaca la relevancia de integrar el enfoque biocultural para valorar el conocimiento médico tradicional, particularmente de la medicina maya, en el desarrollo de fitofármacos sostenibles.

Agradecimientos:

Se agradece al Biól. Armando Contreras Rejón y Biól. Geucilio Cabrera Mis por su apoyo en la colecta e identificación de las especies de Bauhinia estudiadas.

Referencias.

1. Ankli A, Heinrich M, Bork P, Wolfram L. (2002) Yucatec Mayan medicinal plants: evaluation based on indigenous uses. *J. Ethnopharmacol.* **79**: 1-43.
2. Torres C, De Stefano RD, Can. L. (2009) The genus bauhinia (Fabaceae, Caesalpinioideae, Cercideae) in the Yucatán peninsula (Mexico, Belice and Guatemala). *RMB.* **80**(2): 203-301.
3. Pragati K, Dinesh S, Kamal K. (2018) Historical aspects, Medicinal uses, Phytochemistry and Pharmacological review of Bauhinia. *Asian J Pharmacy Pharmacol.* **4**(5): 546-562.
4. Rao, A., Kumari, S., et al. (2023) Qualitative Phytochemical Screening of Medicinal Plants using Different Solvent Extracts. *Oriental J Chem.* **39**(3):602-621.

Fitoquímica de algas marinas como alternativa sostenible de la industria del futuro

Canche Cauich Fredy Oziel^a, Castellón Piña Yulisa^b, Maldonado Montiel Teresita del Niño Jesús, Garza Ortiz Ariadna^a

^aFacultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Ing Humberto Lanz Cárdena s/n, Col. Ex hacienda Kalá, San Francisco de Campeche, Campeche, 24085, ^bFacultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. V. Carranza s/n esq. con Ing. José Cárdenas Valdés. Col. República Ote. C.P. 25280. Saltillo, Coahuila.
(al068051@uacam.mx, arigarza@uacam.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El estudio fitoquímico de algas marinas es un campo en desarrollo. Las algas son morfológicamente menos complejas que las plantas vasculares, al carecer de raíces, tallos, hojas, flores, frutos y tejidos de conducción [1]. Las algas verdes se encuentran en el medio marino, agua dulce (ríos y lagos) e incluso en rocas, paredes y corteza de árboles en lugares húmedos [2]. Chlorophyta (algas verdes) es responsable de la mayor parte de la productividad primaria en algunos cuerpos de agua, a través de la fotosíntesis [1] consolidan y fijan el sustrato por medio de sus rizoides, disminuyendo la erosión [3]. Por lo anterior, la cantidad de productos naturales (metabolitos secundarios) es potencialmente alta. A pesar del reconocimiento de la existencia de esta alga en el litoral mexicano y en particular en la península de Yucatán [4], no existen datos sobre la caracterización fitoquímica de *U. dixonii*. Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo del perfil fitoquímico de *U. dixonii*, colectada en la bahía de Campeche (Lerma, Campeche), para la posterior identificación de moléculas útiles a nivel industrial (nutracéutica, farmacéutica, cosmética y de pigmentos) y contribuir a la identificación, documentación y preservación de la biodiversidad campechana. Con el perfil fitoquímico, será eventualmente posible aprovechar esas propiedades bactericidas, antivirales, antimicrobianas y/o antiincrustantes ya identificadas de muchos metabolitos extraídos de algas [2].

Metodología. Se llevó a cabo un proceso de recolección, limpieza, transporte, acondicionamiento, secado y molienda de una muestra de *U. dixonii*, colectada en Lerma, Campeche, preservando la integridad, almacenamiento y conservación del material vegetal. Con el sólido se realizaron maceraciones secuenciales con distintos solventes de distinta polaridad y solubilidad (C_6H_{14} , $CHCl_3$, $AcOEt$, $MeOH$) para extraer los diferentes productos naturales presentes en *U. dixonii*. De los extractos obtenidos se eliminaron disolventes mediante calentamiento en baño María a 35 °C evitando la degradación de las mezclas. Se prepararon disoluciones patrón a 1000 ppm para el desarrollo del perfil fitoquímico. El análisis fitoquímico preliminar incluyó pruebas cualitativas estandarizadas (Reacción con Dragendorff, Wagner, Sudan III, Molish-alfa-naftol, Keller-Kiliani, Salkowski) para la identificación de metabolitos secundarios.

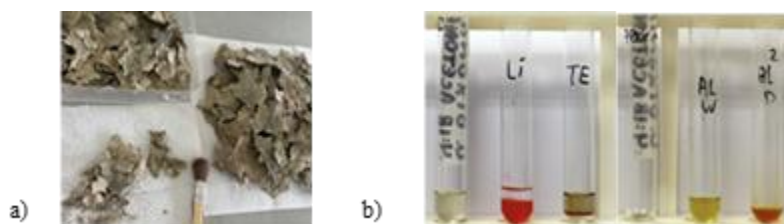


Fig. 1. a) *U. dixonii* seca; b) Pruebas positivas para lípidos (Li, Sudán III), terpenos (TE, Salkowski) y alcaloides (AL, D: Dragendorff, W: Wagner, negativa) en maceración de acetona.

Resultados y Discusión. La metodología de maceración secuencial (se somete a maceraciones secuenciales en solventes de diferente polaridad), que aprovecha las diferencias de solubilidad y polaridad para una extracción exhaustiva de los distintos productos naturales, permitió la identificación de los metabolitos de interés a través de las pruebas fitoquímicas cualitativas de referencia. Se reveló que *U. dixonii* tiene presencia de terpenos, lípidos, alcaloides, saponinas y glucósidos cardiotónicos. En la determinación de presencia de alcaloides, el reactivo de Dragendorff indica presencia, a diferencia de Wagner, que arrojó un resultado negativo. Estos resultados sugieren que *U. dixonii* contiene alcaloides con presencia de aminas terciarias [5]. Se encontró también presencia de terpenos que son moléculas de reconocida actividad antiinflamatoria, antibacteriana, antitumoral y antiviral. Los resultados muestran que esta especie puede ser un reservorio de compuestos bioactivos de interés farmacológico e industrial y que existe un gran potencial de aplicación a nivel industrial de los productos naturales obtenidos de *U. dixonii*.

Conclusiones. El estudio fitoquímico de una muestra de *U. dixonii* colectada en la bahía de Campeche, permitió identificar metabolitos que pueden emplearse a nivel industrial y aplicaciones farmacológicas como glucósidos cardiotónicos, terpenos/esteroides, lípidos, alcaloides, saponinas y aminoácidos. Estos resultados son un aporte a la escasa documentación sobre esta especie de la bahía de Campeche, que abre puertas a investigaciones futuras.

Referencias.

1. Meléndez EN. (2022) Evaluación de Chlorophytas como indicadores de contaminación por metales pesados en el litoral sur de Santo Domingo. *Ci. Amb. Cli.* **5**(2):31-64.
2. Veluchamy C, Palaniswamy R (2020) A review on marine algae and its applications. *Asian J Pharm Clin Res.* **13** (3):21-27.
3. Mendoza-González AC, Mateo-Cid LE, Alvarado-Villanueva R, Sotelo-Cuevas F, Ceballos-Corona JGA, Garduño-Acosta AGA (2018) Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Michoacán, México. *RMB.* **89** (4):971-985.
4. Acosta-Calderon JA, Hernández-Rodríguez C, Mendoza-González AC, Mateo-Cid LE (2018) Diversity and distribution of *Udotea* genus J.V. Lamouroux (Chlorophyta, Udoteaceae) in the Yucatan peninsula littoral, Mexico. *Phytotaxa.* **345** (3):179-2018.
5. Vargas Mamani JJ (2024). El reactivo de Dragendorff: origen, historia e importancia. *RMB.* **18** (1):52-7.

Caracterización de la composición química en la piel de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y expresión génica de colágeno tipo I y factores de regeneración tisular durante tres diferentes estadios

Nilma Carolina Tapia Pérez^a, Reyna Cristina Collí Dulá^a, Hector Arturo Peniche Pavia^a, Roberto Zamora Bustillos^b, Juan José Sandoval Gío^b

^aCentro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Km. 6 Antigua carretera a Progreso Apdo. Postal 73, Cordemex, 97310. Mérida, Yucatán.

^bInstituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán. Conkal, Yucatán. C.P. 97345.
(nilma.tapia@cinvestav.mx, rcolli.dula@cinvestav.mx)

Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El colágeno, proteína estructural clave de la piel, determina su integridad, elasticidad y resistencia. En tilapia (*Oreochromis niloticus*), especie relevante para la acuicultura, la organización del colágeno varía con el crecimiento, reflejando procesos de síntesis y remodelación tisular [1]. En este estudio se analizó la expresión de genes del colágeno tipo I (colla1, colla2, colla3) y de factores reguladores (TGF- β 1, IFN- γ , IL-1 β , KRT14), junto con los cambios estructurales del colágeno evaluados mediante FTIR en piel de tilapia en tres estadios de madurez.

Metodología. Se utilizaron 50 tilapias (*O. niloticus*) obtenidas en el área de producción de peces del CINVESTAV-Mérida. Se seleccionaron tres etapas de desarrollo y se realizaron biometrías. Se extrajo piel de cuatro organismos por etapa. El ARN total se aisló y, tras la síntesis de ADNc, se evaluó mediante RT-qPCR la expresión de genes asociados a colágeno (COL1A1, COL1A2, COL1A3) y reguladores (TGF- β 1). La expresión relativa se analizó con el método de Pfaffl (2001). Complementariamente, se aplicó Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) a muestras liofilizadas para caracterizar variaciones estructurales y composicionales de la piel. El procesamiento estadístico se realizó en R.

Resultados y Discusión. El análisis de expresión génica mostró que los cuatro genes evaluados presentan un patrón similar: la expresión máxima se observa en T12 y disminuye en T24. COL1A1 y COL1A2 alcanzan su pico en T12 y luego disminuyen, COL1A3 tiene el mayor aumento en T12 y vuelve a niveles cercanos a T9 en T24, y TGF- β 1 también aumenta en T12 y disminuye en T24. Las barras de error indican consistencia entre réplicas. El análisis estructural por FTIR validó estos hallazgos a nivel molecular. Los espectros mostraron una clara disminución en el ratio Amida I / Amida II a mayor edad en la tilapia. Dado que esta relación es un indicador directo de la estructura secundaria del colágeno, esta evidencia sugiere que los cambios en la expresión génica se correlacionan directamente con una modificación en la conformación de la proteína.

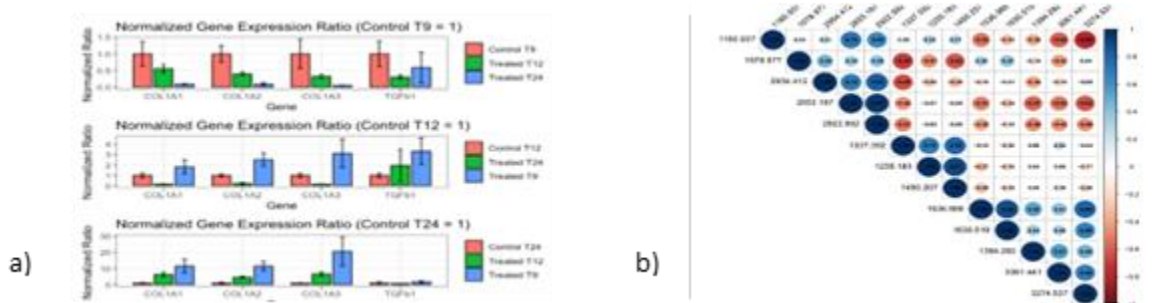


Fig. 1. (A) Perfiles de Expresión Génica (COL1A1, COL1A2, COL1A3 y TGF-β1) en piel de tilapia de 9, 12 y 24 meses. (B) Espectros representativos de FTIR de muestras de piel de tilapia.

Cuadro 1. Secuencias y Características de los Cebadores de qPCR.

GEN	Número de acceso	Cebador sentido (5'-3')	Cebador antisentido (3'-5')	Tamaño de amplicón
COL1A1	AB603656.1	gaagggacacagaggattcac	gctcacaccatcctaccag	148
COL1A2	NM_001282897.1	caccttctccgtgctagagg	caatgtccaaaggtgcaatg	125
COL1A3	AB603658.1	gcagtggatttgagttcgtc	cttctgtgtcagggtcttaagg	136
TGF-β1	XM_003459454.2	aactactgcattgggtcctg	agatgattggcagtggtctct	145

Conclusiones. La maduración de la tilapia afecta significativamente la expresión génica y la estructura del colágeno en su piel. Los genes COL1A1, COL1A2, COL1A3 y TGF-β1 alcanzan su expresión máxima en T12 y disminuyen en T24, reflejándose en la caída del ratio Amida I/Amida II en los espectros de FTIR. Estos resultados indican que los cambios en la expresión génica se correlacionan con modificaciones en la conformación del colágeno, destacando las etapas óptimas de desarrollo para su uso como fuente de colágeno de alta calidad en biomedicina e ingeniería de tejidos.

Agradecimientos. Agradecemos al CINVESTAV Unidad Mérida por las facilidades y el apoyo institucional. Nuestro reconocimiento a la Dra. Reyna C. Colli Dulá por su guía, y al Dr. Roberto Zamora del Tecnológico de Conkal por su apoyo en este proyecto. Un agradecimiento a SECIHTY (antes CONACYT) por el apoyo otorgado, con número de becario 1294523.

Referencias.

1. Cobeña-Dueñas, Marcos Vinicio, Dueñas-Rivadeneira, Alex Alberto, Delgado-Demera, María Hipatia, & Rodríguez-Díaz, Joan Manuel. (2022). REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE ESPECIES MARINAS. Centro Azúcar, 49(4), 102-113.

Implementación y estandarización de un protocolo reproducible y eficiente para la descarbonatación de sedimentos marinos

Ayala Gutiérrez Santiago E.¹, Ayala Gutiérrez Roberto Adolfo¹, González Gómez Willian Santiago², Peniche Pavia Héctor Arturo², Colli Dulá Reyna Cristina²

¹Preparatoria No.1 Universidad Autónoma de Yucatán, Calle 41 s/n, Mérida, Yuc., Industrial, 97155.

²CINVESTAV-UNIDAD MÉRIDA, Km. 6 Antigua carretera a Progreso, Cordemex. Mérida, Yuc., México, 97310.

(A24421098@alumnos.uady.mx; rcolli.dula@cinvestav.mx)

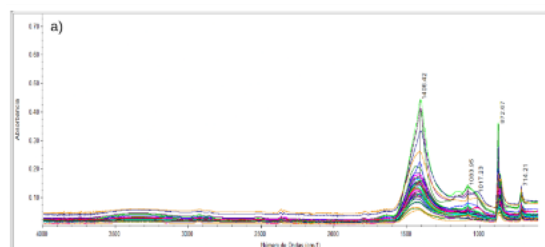
Área de incidencia: Moléculas y materiales funcionales

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

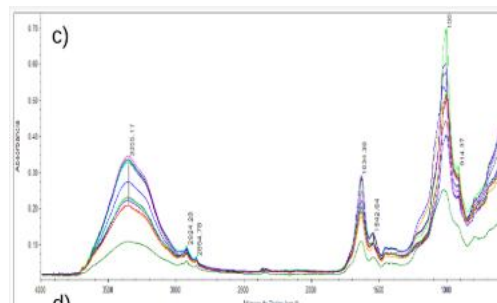
Introducción. Los sedimentos marinos son indicadores fundamentales del estado ambiental costero, ya que registran procesos biogeoquímicos y evidencian tanto condiciones naturales como impactos antrópicos (descargas urbanas, escorrentía agrícola, turismo). En la plataforma carbonatada de Yucatán, predominan compuestos como calcita y aragonita (CaCO_3) que, al enmascarar la señal de la fracción siliciclástica y orgánica, limitan la detección precisa de metales, nutrientes y compuestos orgánicos [1]. Esta interferencia compromete la interpretación ambiental y la comparabilidad de datos entre sitios. Frente a esta problemática, se plantea como objetivo implementar y estandarizar un protocolo eficiente y reproducible de descarbonatación, que permita eliminar la fracción carbonatada sin alterar la geoquímica de las fracciones de interés. La aplicación de FTIR-ATR como herramienta analítica no destructiva respalda este enfoque, ofreciendo un método rápido, económico y robusto para optimizar el análisis químico de sedimentos marinos y fortalecer su uso en el monitoreo ambiental costero.

Metodología. Se recolectaron sedimentos marinos superficiales (0–5 cm), los cuales fueron congelados con nitrógeno líquido, liofilizados y molidos en morteros de porcelana y ágata. El análisis se realizó por FTIR-ATR en el rango $500\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ para identificar picos característicos de carbonatos. Para la descarbonatación, se trataron 1–4 g de sedimento seco con HCl al 5% (v/v), agregando el ácido gradualmente y controlando la efervescencia durante 30–120 min a $25\text{ }^\circ\text{C}$, dejándose luego en reposo toda la noche. La liberación de CO_2 se monitoreó y, en caso de persistir, el proceso se repitió. Posteriormente, las muestras se centrifugaron, decantaron y lavaron 3–4 veces con agua desionizada hasta alcanzar pH 6–7. Finalmente, se secaron a temperatura ambiente por 24 h y en estufa ($50\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}$) por 2–4 h. La eliminación de carbonatos se confirmó mediante la desaparición de la banda $\sim 1400\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ en los espectros.

Resultados y Discusión. La figura a) corresponde a las mediciones de los sedimentos sin descarbonatación en donde se pueden observar picos característicos de la presencia de CaCO_3 , figura b) las señales características de CaCO_3 . Por el contrario, la figura c) muestra la aparición de otras bandas características asociadas con la fracción orgánica y siliciclástica. Figura d) representa las señales que se pudieron observar posterior al tratamiento con HCl (5%).



Número de onda (cm ⁻¹)	Asignación vibracional	Grupo funcional / Ion	Posible fase mineral
1400-1410 (1400.42)	Estiramiento asimétrico ν_3	CO_3^{2-}	Calcita, aragonita
1080-1090 (1083.95)	Estiramiento simétrico ν_1	CO_3^{2-}	Calcita, aragonita
~1017 (1017.23)	Combinación / solapamiento ($\nu_1 + \nu_4$)	CO_3^{2-} y/o Si-O	Carbonato / Arcillas / Silíce
870-875 (872.67)	Flexión fuera de plano ν_2	CO_3^{2-}	Calcita, aragonita
710-715 (714.21)	Flexión en el plano ν_4	CO_3^{2-}	Calcita (diagnóstico)



Número de onda (cm ⁻¹)	Asignación vibracional	Grupo funcional / Ion	Posible fase/mineral
3365.17	Estiramiento O-H (ν_{OH})	Hidroxilos / Agua estructural	Arcillas, humedad residual
2924.28	Estiramiento C-H asimétrico (ν_{as}) CH_2/CH_3	Materia orgánica	Lípidos, compuestos orgánicos
2847.78	Estiramiento C-H simétrico (ν_{s}) CH_2/CH_3	Materia orgánica	Lípidos, compuestos orgánicos
1634.38	Flexión H-O-H (δ_{OH})	Agua absorbida	Arcillas, humedad
1542.64	Amida II (C-N y δ_{NH})	Proteínas / MO	Materia orgánica, residuos biológicos

Fig. 1. La figura a) muestra los espectros de sedimentos sin descarbonatación, donde se identifican picos característicos de CaCO_3 , resumidos en la figura b). En contraste, la figura c) evidencia la aparición de bandas asociadas a la fracción orgánica y siliciclástica, mientras que la figura d) resume las señales observadas tras el tratamiento con HCl al 5%, confirmando la eliminación parcial de los carbonatos y la revelación de otros componentes.

Conclusiones: El protocolo de descarbonatación demostró ser altamente eficaz para eliminar la fracción carbonatada (CaCO_3), como lo evidencia la reducción de los picos característicos (~ 875 , 1083 y 1420 cm^{-1}). Tras el tratamiento, emergieron con mayor nitidez señales asociadas a la fracción orgánica (~ 3300 – 3000 cm^{-1} , O–H y N–H; ~ 2920 – 2850 cm^{-1} , C–H alifáticos; $\sim 1650 \text{ cm}^{-1}$, C=O y amidas) y siliciclástica (~ 1030 – 1000 cm^{-1} , Si–O). Esto confirma que el procedimiento no solo elimina la interferencia del carbonato, sino que también revela información clave para la caracterización geoquímica de los sedimentos mediante FTIR.

Agradecimientos: Agradecemos al CINVESTAV Unidad Mérida por las facilidades y el apoyo institucional. Nuestro sincero reconocimiento a la Dra. Reyna C. Colli Dulá por su guía invaluable, y a los Dr. Santiago Gómez (departamento de Física del Cinvestav), Dr. Héctor A. Peniche Pavia por su apoyo en este proyecto. Un especial agradecimiento a la Dra. Patricia Quintana Owen responsable del Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO) por las facilidades brindadas para el desarrollo del proyecto.

Referencias:

- Schubert, C. J., & Nielsen, B. (2000). Effects of decarbonation treatments on $\delta^{13}\text{C}$ values in marine sediments. *Marine Chemistry*, 72(1), 55-59



Análisis de Producción más Limpia en un sistema de aire acondicionado tipo Chiller que opera en una zona cálida húmeda costera de México

Sánchez Ramos Carlos, Jiménez Rodríguez David, Ruiz Rodríguez Celina

Centro Mexicano para la Producción más Limpia, Unidad Tabasco, Instituto Politécnico Nacional, Circuito Tabasco Pte. s/n, Edif. FINTAB, Parque Industrial Tabasco Business Center, Carr. Reforma–Dos Bocas Km 17+920. Cunduacán, Tabasco, C.P. 86691
(carsanchez_ime@hotmail.com)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Los sistemas chiller constituyen un tipo de sistema de aire acondicionado que permite satisfacer la demanda de climatización de los edificios. Un sistema Chiller llega a alcanzar un consumo de energía eléctrica de hasta el 60% del edificio [1]. La implementación de Producción más Limpia (P+L) como parte de la metodología TEST¹ de naciones unidas, trae consigo beneficios ambientales, técnicos y económicos siendo un aspecto importante para lograr el desarrollo sostenible [2]. El objetivo de este trabajo es implementar producción más limpia en un sistema chiller para desarrollar su diagrama de entradas y salidas e identificar las áreas de oportunidad existentes, que puedan contribuir a la eficiencia de recursos y a la sostenibilidad del proceso de climatización de una empresa del ramo hotelero.

Metodología. P+L consiste en lo siguiente [3]: 1. planeación y organización. 2. Evaluación previa: en este paso se realiza la recopilación de datos de referencia (producción, consumo de materias primas, energía, agua, etc.) del proceso y se define el enfoque de la implementación de P+L. 3. Evaluación: se analizan las causas de generación de residuos, ineficiencia energética o consumo excesivo de agua, se identifican las medidas de P+L. 4. Estudio de factibilidad: para esta etapa se realiza la evaluación técnica, económica y ambiental. 5. Implementación y continuidad: Implementar las medidas seleccionadas, supervisar y evaluar el avance y mantener las actividades de P+L. Para el caso de este trabajo quedó delimitado hasta el paso 4 de la metodología (estudio de factibilidad).

Resultados y Discusión. Durante el proceso de evaluación previa se realizó el diagrama de entradas y salidas y se delimitó el sistema de aire acondicionado Chiller considerando sus equipos auxiliares. Se realizaron mediciones eléctricas utilizando un equipo analizador de redes y calidad de la energía trifásico, también mediciones de energía térmica principalmente en las líneas de agua helada con una cámara termográfica. En la Figura 1 se muestra el diagrama de entradas y salidas:



Fig. 1. Entradas y salidas del sistema Chiller.

Durante la etapa de evaluación se analizó toda la información recopilada, se identificaron las principales ineficiencias en el uso de recurso y se generaron medidas de P+L, las cuales se muestra en el siguiente diagrama (ver Fig. 2):



Fig. 2. Medidas de Producción más Limpia (P+L) identificadas en el sistema chiller.

Conclusiones. Implementar la metodología de Producción más Limpia en el sistema Chiller permitió identificar potenciales importantes para mejorar la eficiencia de recursos del hotel, ya que el sistema chiller es la carga energética más grande, ayudando a que el proceso para climatizar las habitaciones y demás espacios de hotel tienda a la sostenibilidad.

Agradecimientos. Al proyecto GEF “Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (PAE GdM)” del cual se deriva este trabajo científico.

Referencias.

1. Tien, C., Yung, C., & Jyun, L. (2016). An analysis of a chiller energy savings using an adaptive neuro-fuzzy inference system. *Energy and Mechanical Engineering*, 344-357.
2. Li, J., Zhang, Y., Du, D., & Liu, Z. (2017). Improvements in the decision making for Cleaner Production by data mining: Case study of vanadium extraction industry using weak acid leaching process. *J. Clean. Prod.*, 582–597.
3. Dutt, S., & Dasman, S. (2019). RECP manual textile sector. Jakarta, Indonesia: UNIDO.

Reducción de tiempos y costos en la producción de maquinaria agroindustrial mediante la implementación de herramientas Lean y análisis de KPI's

Monroy Vázquez Luis Fernando, Contreras Segovia Rodolfo Antonio, Vázquez Mayorga Vianney Isela, Cruz Morales Víctor

Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5 Carretera Mérida a Progreso
Int. Km 2 Carretera a Chablekal. Mérida, Yucatán, 97310

(00449180@anahuac.mx, rodolfo.contreras@anahuac.mx, vianney.vazquezm@anahuac.mx,
victor.cruz@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Una empresa del sector agroindustrial enfrenta demoras en entregas y disminución del 15% en márgenes de ganancia, ocasionados por ineficiencias en tiempos de fabricación y desperdicio de materiales, que tienen relación con la ausencia de procedimientos estandarizados e indicadores ineficaces para monitorear los procesos. Estas fallas impactan la satisfacción del cliente y comprometen la competitividad. El alcance del trabajo abarca la optimización integral del sistema de producción, utilizando herramientas de mejora continua como Diagrama de Ishikawa [1] para el análisis de causas, Mapeo del Flujo de Valor (VSM) [2] para identificar los desperdicios, Estudio de Tiempos Estándares [3] para establecer las referencias y el diseño de KPIs [4] para un control efectivo, respaldado por un programa de capacitación. La justificación está en la necesidad de estandarización, mediciones confiables y decisiones basadas en datos que reduzcan tiempos, eliminen desperdicios y optimicen recursos. El objetivo de este proyecto es diagnosticar y cuantificar las ineficiencias clave en el sistema de producción de maquinaria para establecer una línea base medible que guíe la futura optimización de costos y el incremento de la rentabilidad.

Metodología. El trabajo se basa en los principios de lean manufacturing y mejora continua, aplicando herramientas que permiten diagnosticar, analizar y optimizar el sistema de producción. Para identificar las causas raíz de las ineficiencias se utilizó un Diagrama de Ishikawa. Posteriormente, se aplicó Value Stream Mapping (VSM) con el propósito de visualizar el flujo de materiales e información a lo largo del proceso de producción. Con base en los resultados del VSM se realizó un estudio de tiempos por medio de una lista de tiempos estándares que calculó el tiempo estándar por proceso. Adicionalmente, se diseñarán un conjunto de Key Performance Indicators que permiten evaluar el comportamiento del sistema de manera objetiva y continua. Por último, se desarrollará un programa de capacitación dirigido al personal operativo, orientado a la comprensión, aplicación y seguimiento de los KPIs, promoviendo así una cultura de mejora continua y control de procesos.

Resultados y Discusión. El proyecto de mejora del sistema de producción busca incrementar la rentabilidad mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing. Los resultados han sido sólidos en diagnóstico y planificación. El Diagrama de Ishikawa identificó como causa raíz la falta de



estandarización, especialmente en métodos y capacitación, responsable de más del 40% de los problemas. El Mapeo del Flujo de Valor (VSM) reveló un tiempo total de entrega de 2,108 minutos, con 295 minutos de espera sin valor agregado, destacando cuellos de botella en Ingeniería (452 vs 240 min) y Manufactura (838 vs 480 min). El Estudio de Tiempos estableció un estándar de 1,882.03 minutos, fijando benchmarks para medir desempeño. Además, se diseñó un sistema integral de KPIs enfocado en eficiencia, calidad, cliente, costo y personas, alineado con la meta de rentabilidad. Sin embargo, aún falta implementar los procedimientos estandarizados, ejecutar el programa de capacitación y medir resultados post-implementación para validar la mejora económica que se espera en un futuro.

Conclusiones. El proyecto evidenció que el sistema de producción de maquinaria personalizada presenta ineficiencias críticas derivadas de la falta de estandarización en métodos y capacitación del personal. Mediante herramientas de Lean Manufacturing se confirmó esta hipótesis, cuantificando su impacto y estableciendo un plan de acción basado en datos. El Mapeo de Flujo de Valor (VSM) reveló un tiempo total de entrega de 2,108 minutos, de los cuales 295 corresponden a esperas sin valor agregado, concentradas en las transiciones hacia Ingeniería y Manufactura. Estos departamentos, identificados como cuellos de botella, exceden sus ciclos en 212 y 358 minutos. El Estudio de Tiempos fijó un estándar de 1,882.03 minutos, otorgando un benchmark para gestión de capacidad, que presenta un excedente del 21.6%. Finalmente, se desarrolló un tablero de KPIs para alinear mejoras con la meta estratégica de incrementar la rentabilidad contar con bases sólidas para estandarización, capacitación y mejora continua.

Agradecimientos. Expresamos nuestro profundo agradecimiento a la empresa, especialmente al dueño, por brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto y facilitar el acceso a su sistema productivo bajo los acuerdos confidencialidad que nos solicitaron. De igual manera al personal, cuya participación y comprensión es fundamental para el éxito del estudio. Agradecemos a la Universidad Anáhuac Mayab y a nuestros asesores académicos, por su orientación y apoyo en el desarrollo del proyecto. Finalmente, a nuestras familias y amigos por su respaldo durante esta investigación.

Referencias.

1. Gitlow, H.S., Oppenheim, A.J., Oppenheim, R. & Levine, D.M. (2005) Cause-and-effect diagram. En: Quality management. McGraw-Hill/Irwin, Estados Unidos.
2. Rother, M. & Shook, J. (2003) Value stream mapping. En: Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute, Estados Unidos.
3. Niebel, B.W. & Freivalds, A. (2003) Time study methodology. En: Methods, standards, and work design. McGraw-Hill, Estados Unidos
4. Parmenter, D. (2015) Strategic performance indicators. En: Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs. Wiley, Estados Unidos



Mejora de la satisfacción del cliente y reducción de pérdidas por devoluciones mediante la calidad del producto y la trazabilidad, aplicando la metodología TQM y el Ciclo PDCA en Dipay

Quintanilla Fernández Enrique, Rabago Lainez Valentina, Víctor Cruz Morales

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr. Mérida - Progreso, 97302 Mérida, Yuc.

(equintanilla@anahuac.mx , valentina.rabago@anahuac.mx, victor.cruz@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. DIPAY, empresa mexicana de ensamble y comercialización de mobiliario de oficina, registró 40% de proyectos con al menos una pieza defectuosa (305 piezas) y pérdidas >\$150,000 MXN por fletes/retrabajos, y 42% de clientes insatisfechos por tiempos de garantía. Ante la ausencia de control preventivo en el punto de entrada (aduana) y trazabilidad formal, se planteó reducir el costo de la no calidad y restablecer la satisfacción del cliente con información confiable para la decisión. Se adoptaron TQM y el ciclo PDCA para estructurar la mejora continua y estandarizar procesos críticos [1,2]. Objetivo: disminuir 75% devoluciones y reclamaciones, ahorrar >\$100,000 MXN y reducir 76% las quejas de garantía en ocho meses mediante la implementación TQM–PDCA en ensamble y garantías.

Metodología. La estrategia metodológica se sustentó en la Gestión de la Calidad Total y el ciclo PDCA como eje integrador, privilegiando el razonamiento para la decisión y la medición sobre la descripción operativa [1,2]. El diagnóstico cuantitativo-cualitativo incluyó la estratificación histórica de devoluciones por modelo, proveedor y tipo de falla para establecer la línea base (tasa de devoluciones, costos de la no calidad y nivel de satisfacción). Con evidencia se definieron tres frentes coordinados: i) quality gate en aduana, con criterios de aceptación, listas de verificación y registro digital de no conformidades; ii) trazabilidad físico-digital mediante identificación unívoca ligada a repositorio interno, midiendo tiempos de localización antes/después [3]; iii) voz del cliente y desempeño de proveedores, con encuesta postventa estructurada, tableros de KPIs y retroalimentación formal con prácticas TQM [4]. Cada frente se ejecutó mediante iteraciones PDCA, fortaleciendo la confiabilidad del proceso [5].

Resultados y Discusión.

Cuadro 1. Corte comparativo: línea base 2024 vs. Julio2025

Indicador	2024	Julio 2025	Mejora
% piezas devueltas por clientes (fig. 1)	40%	10%	–75%
Costo mensual por devoluciones (fig. 2)	\$150,000 MXN	\$88,500 MXN	–41%



Tiempo promedio para localizar un mueble/pieza	2 h 15 min	16 min	-88%
PPM promedio de defectos de proveedores	4,900	2,050	-58%

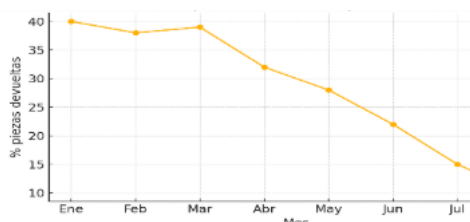


Fig. 1. % Piezas devueltas por clientes (Ene-Jul2025)

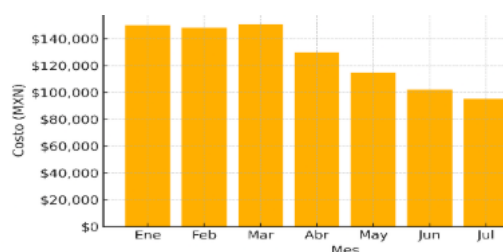


Fig. 2. Costo Mensual por devoluciones (Ene-Jul 2025)

Las reducciones observadas confirman la efectividad del quality gate en aduana y de la trazabilidad físico-digital para contener fallas recurrentes y acortar los tiempos de respuesta operativa. La disminución del PPM de proveedores evidencia el impacto de tableros de KPIs y retroalimentación estructurada en el desempeño de la cadena de suministro.

Conclusiones. La aplicación integrada de TQM y el ciclo PDCA demostró ser efectiva para controlar las causas raíz de las devoluciones y los reclamos de garantía, alcanzar las metas establecidas y reducir significativamente el costo de la no calidad. El quality gate en aduana y la trazabilidad operaron como palancas críticas al elevar la capacidad de detección temprana y la velocidad de respuesta. La estandarización de procesos, el uso sistemático de indicadores y la retroalimentación a proveedores consolidan la sostenibilidad de los resultados y habilitan su réplica en otros procesos de DIPAY.

Agradecimientos. Se agradece a la Universidad Anáhuac Mayab por el impulso académico y el acompañamiento metodológico brindado. Asimismo, a la empresa DIPAY por facilitar el acceso a sus procesos, datos y recursos para la implementación del proyecto.

Referencias.

1. Deming W E (1986) Principios de la gestión de la calidad total y mejora continua. En: *Out of the Crisis*. MIT Press (Ed). MIT Press, EUA, pp. 1–507.
2. Montgomery D C (2019) Control estadístico de procesos y análisis de capacidad. En: *Introduction to Statistical Quality Control* (8ª ed.). Wiley (Ed). Wiley, EUA, pp. 1–768.
3. Regattieri A, Gamberi M, Manzini R (2007) Traceability of food products: general framework and experimental evidence. En: *Journal of Food Engineering*. Elsevier (Ed). Reino Unido, pp. 347–356.
4. Prajogo M, Sohal A S (2003) The relationship between TQM practices, quality. En: *International Journal of Quality & Reliability Management*. Emerald (Ed). Reino Unido, pp. 901–918.
5. Moen R, Norman C (2010) Circling back: clearing up myths about the Deming cycle. En: *Quality Progress*. ASQ (Ed). EUA, pp. 22–28.

Optimización avanzada de la distribución de planta integrando la Planificación Sistemática de Distribución (SLP), el Programa de Diseño de Distribución Automatizada (ALDEP) y las técnicas CRAFT para una mayor eficiencia en HI-FIL Pinturas del Sureste

Torres García Edgar Fabián, Rosas Cadena Angelly Michelle

Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr. Mérida - Progreso. Mérida, Yucatán,
97302.

(edgar_torres@anahuac.mx y angelly.rosas@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. La empresa HI-FIL Pinturas del Sureste presenta deficiencias en la organización del flujo de trabajo y manejo de materiales tóxicos, lo que afecta de manera negativa la eficiencia operativa y la seguridad ocupacional. Este proyecto propone una metodología que integra la Planificación Sistemática de Distribución (SLP), el Programa Automatizado de Diseño de Distribución (ALDEP), las técnicas CRAFT y la metodología 5S, con el objetivo de mejorar el flujo de trabajo, la productividad y garantizar un entorno de trabajo más seguro. El problema identificado es la organización deficiente de áreas clave de producción y almacenamiento, además del riesgo derivado del manejo inadecuado de la materia prima utilizada para pinturas base solvente y base agua. El alcance incluye el análisis y rediseño de la distribución de planta de una nueva instalación para la empresa. El objetivo principal es diseñar una distribución que reduzca desplazamientos innecesarios, optimice la logística interna y cumpla con las normativas de seguridad vigentes, especialmente la NOM-005-STPS-1988.

Metodología. La metodología 5S se implementó como eje central para establecer un entorno de trabajo ordenado, seguro y eficiente. Se aplicaron sistemas de clasificación para distinguir elementos esenciales, se asignaron ubicaciones lógicas a herramientas e insumos, se incorporaron rutinas de limpieza basadas en indicadores visuales y se realizaron auditorías periódicas para garantizar la sostenibilidad. Estas acciones mejoraron la productividad y reforzaron la cultura de disciplina operativa. De forma complementaria, se inició un proceso de rediseño de planta en colaboración con un arquitecto, utilizando SLP, ALDEP y CRAFT, cuyos resultados se esperan a futuro en reducción de traslados y mayor eficiencia logística.

Resultados y Discusión. La implementación de la metodología 5S permitió establecer un entorno de trabajo más ordenado y eficiente. Se delimitaron áreas con señalización visual, se aplicaron etiquetas para identificar herramientas y materiales, y se eliminaron insumos en mal estado o innecesarios. Estas acciones generaron resultados medibles: reducción del 20% en los tiempos de búsqueda, eliminación del 15% de materiales innecesarios y un incremento del 25% en el nivel de orden verificado en auditorías internas. Dichos logros fortalecieron la seguridad, optimizaron procesos y elevaron la productividad, alineándose

con la mejora continua. De manera complementaria, se colabora con un arquitecto especializado en el rediseño de la planta mediante las metodologías SLP, ALDEP y CRAFT. Aunque los resultados aún están en fase de implementación, se proyecta una disminución del 30% en los desplazamientos innecesarios, mejoras en la logística interna y menor riesgo por proximidad de procesos incompatibles. Estos beneficios esperados consolidarán una operación más segura, eficiente y sostenible.



Fig. 1. Aplicación de 5S en almacenamiento: (a) antes, área desordenada; (b) después, espacios delimitados y organizados.

Conclusiones. La implementación de la metodología 5S permitió mejorar el orden, la limpieza y la seguridad en las áreas de trabajo, logrando mayor eficiencia y productividad. Sus resultados cuantitativos demuestran la utilidad de estas prácticas como base de mejora continua. A futuro, el rediseño de planta complementará este avance, consolidando un entorno más seguro y funcional.

Agradecimientos. Este trabajo fue posible gracias al apoyo de HI-FIL Pinturas del Sureste por brindar acceso a sus instalaciones y proporcionar la información necesaria para el desarrollo del proyecto. Se agradece también a los profesores que nos brindaron su asesoría y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias.

1. Deshpande, V., Patil, N. D., Baviskar, V., & Gandhi, J. (2016) Plant layout optimization using CRAFT and ALDEP methodology. *Productivity Journal by National Productivity Council*, 57(1): 32–42.
2. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010) *Facilities Planning*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.



Gestión normativa y análisis de riesgos como estrategia preventiva para la seguridad industrial en Design Express

Pagaza Sandoval Danna, Ramos Gutiérrez Dilva

Escuela de ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Mérida, Yucatán
dpagaza@anahuacmayab.edu.mx, dilva.ramos@anahuacmayab.edu.mx

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Design Express, empresa manufacturera con 30 años de trayectoria, enfrenta un desafío crítico en la aplicación de las normativas de seguridad. El problema principal es la falta de cumplimiento en las regulaciones del entorno laboral, el uso inadecuado del Equipo de Protección Personal (EPP) y condiciones inseguras en maquinaria, lo cual genera riesgos para los empleados y afecta la eficiencia operativa. La implementación de la seguridad industrial se justifica como una inversión estratégica para prevenir los altos costos asociados a accidentes, multas y pérdidas de productividad. El alcance de este proyecto abarca la mejora en el uso del EPP, la implementación de un sistema de verificación para señalización y extintores, y la implementación de un análisis de riesgo. El objetivo es determinar cómo la aplicación integral de la normatividad de seguridad y los análisis de riesgos impacta en los indicadores de la empresa, con el fin de fortalecer la cultura preventiva y mejorar las condiciones laborales.

Metodología. La metodología de este estudio se estructuró en dos fases complementarias para abordar las deficiencias de seguridad en Design Express. La primera fase consistió en un diagnóstico integral basado en la Normatividad Oficial Mexicana (NOM). Mediante listas de verificación, se identificaron incumplimientos críticos en señalización y uso de Equipo de Protección Personal (EPP), lo que permitió establecer un plan de acciones correctivas inmediatas. La segunda fase se centró en un análisis de riesgos sistemático para la maquinaria y herramientas de mayor criticidad. Se empleó una matriz de probabilidad e impacto para evaluar cualitativamente cada peligro, permitiendo jerarquizar los riesgos. A partir de este diagnóstico, se planea que diseñen medidas de control específicas, como el reforzamiento de guardas y la delimitación de áreas. Ambos análisis se documentarán en un informe técnico para garantizar la trazabilidad y optimizar la asignación de recursos hacia los puntos de mayor riesgo.

Resultados y Discusión. La evaluación inicial de las áreas de trabajo reveló un rezago significativo en la seguridad básica, con solo un 24% de cumplimiento en señalización y un 64% en extintores, según la normativa aplicable. En respuesta, se desarrolló un mapa de señalización conforme a las NOM-002-STPS-2010 y NOM-026-STPS-2008, y se implementó un programa de verificación mensual. Estas herramientas permitieron corregir fallas sistemáticamente y funcionan como instrumentos visuales para fortalecer la cultura de prevención. Posteriormente, un análisis de riesgo exhaustivo en las 11 áreas de producción identificó 50 peligros operativos mediante una matriz semicuantitativa de probabilidad y severidad. El hallazgo de mayor criticidad fue la detección de dos riesgos de nivel Alto que exigen intervención inmediata: el potencial de cortes en el área de Router y de quemaduras en Soldadura, representando las

vulnerabilidades más críticas para los trabajadores. Adicionalmente, se clasificaron 22 riesgos de nivel Moderado y 26 de nivel Bajo. Esta distribución confirma que, si bien la mayoría de los peligros son gestionables, las áreas de Router y Soldadura concentran focos de riesgo inaceptable, estableciéndolas como la prioridad absoluta para la implementación de controles correctivos y de ingeniería.

Probabilidad	Impacto	1	2	3	4	5
		Leve	Menor	Moderado	Grave	Mortal
5	Muy alta	5	10	15	20	25
4	Alta	4	8	12	16	20
3	Media	3	6	9	12	15
2	Baja	2	4	6	8	10
1	Muy baja	1	2	3	4	5

Figura 1. Mapa de señalización actualizado

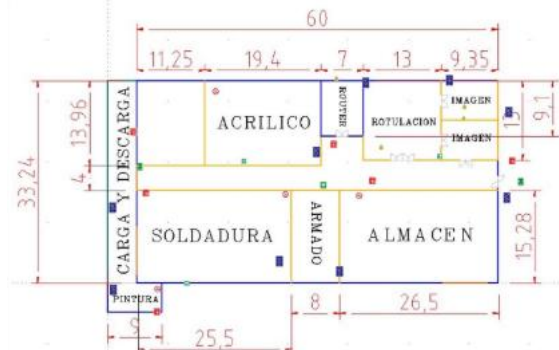


Figura 2. Matriz de riesgo del área de soldadura

Conclusiones. Este trabajo diagnosticó deficiencias críticas de seguridad en Design Express, con un cumplimiento inicial de apenas 24% en señalización. Se implementaron herramientas efectivas como un mapa de señalización y un programa de verificación mensual para corregir fallas sistemáticamente. Adicionalmente, un análisis de riesgos en 11 áreas productivas identificó 50 peligros, destacando dos de nivel alto en Router y Soldadura que requieren atención inmediata. Estas acciones sientan las bases para un sistema de gestión de seguridad integral, fortaleciendo una cultura preventiva más rentable y sostenible que la corrección.

Referencias.

1. González, D., López, P., Alpizar, J., Santillan, G., & Mendoza, A. (2023). Implementación de la NOM-017 STPS y NOM-026 STPS en una vidriería. *Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable*, 11, 59–65. https://reingtec.itsoeh.edu.mx/docs/vol11_2023reingtec/59-66%20IIND.pdf
2. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2010). NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. DOF. <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4228/stps/stps.htm>
3. SafetyCulture. (2024). Análisis de riesgos: ejemplo y métodos. <https://safetyculture.com/es/temas/analisis-de-riesgos/>

Descubriendo la ubicación de paraderos con análisis de transacciones de transporte público mediante clustering

G Cantón Puerto Daniel^a, González Contreras Mauricio Antonio^b, López Flores René^b

^aFacultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615, Colonia Chuburná Hidalgo Inn, C.P. 97203

^bFacultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203

daniel.gcanton@correo.uady.mx

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El transporte público en Mérida, Yucatán, enfrenta retos para mejorar su eficiencia. A partir de las validaciones de tarjetas del sistema Va y Ven (debitaciones), filtradas por mes y unidad, se realiza un análisis geoespacial para detectar nuevos paraderos y definir zonas operativas utilizando geocercas. Este trabajo aplica el algoritmo de clustering DBSCAN, minería de datos y análisis geoespacial para identificar con precisión los paraderos en las rutas del circuito periférico: interior y exterior.

Metodología. A) Preprocesamiento de los datos, los datos fueron filtrados por mes y unidad con el fin de reducir los tiempos de cálculo y separados en dos rutas del circuito periférico (interior y exterior), utilizando geocercas; B) Detección de zonas de agrupamiento (clúster), se utilizó el algoritmo DBSCAN para detectar zonas donde se agrupan los pagos que realizan los usuarios del transporte público. Los parámetros utilizados fueron: distancia de 10 metros y mínimo 10 puntos. Este proceso se repitió para cada mes de 2022 a 2023 permitiendo identificar la adición de paraderos; C) Calcular ubicación de los paraderos, se calcularon centroides como ubicaciones representativas de los clústeres. Según Tan, Steinbach y Kumar (2014), el centroide minimiza el error cuadrado dentro del clúster y representa su punto medio, ver ecuación (1); y D) Validación de resultados: Los resultados se validaron utilizando la información pública de Google Maps de los paraderos.

$$C_i = \frac{1}{m_i} \sum_{x \in C_i} X \quad (\text{Ecuación 1})$$

Resultados y Discusión. Se identificaron agrupamientos que representan paraderos reales del sistema Va y Ven. El análisis, filtrado por unidad y mes, redujo el ruido y permitió detectar patrones espaciales consistentes usando datos de 2022 a 2023, generando archivos por unidad. Se generaron archivos CSV con puntos GPS y centroides, representando paraderos estimados. Al visualizarlos en Google Maps (ver Fig. 1 y Fig. 2), se confirmó su precisión y se identificaron nuevos paraderos no registrados en 2022, indicando cambios recientes en la operación del sistema.

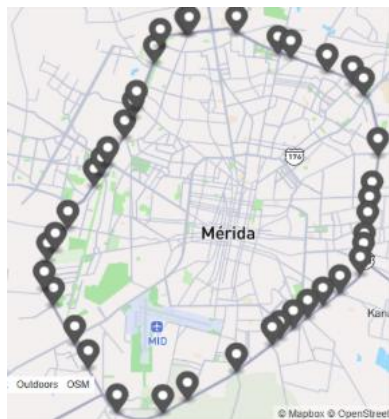


Fig. 1 Paraderos identificados en el circuito interior del periférico de Mérida

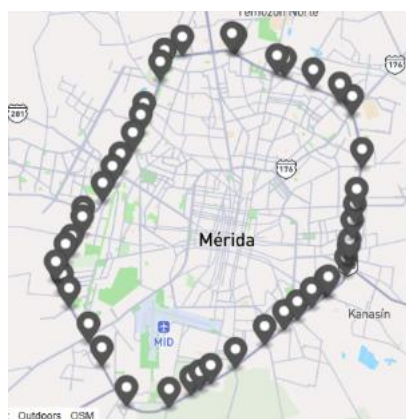


Fig. 2 Paraderos identificados en el circuito exterior del periférico de Mérida.

Se validaron los clusters mediante una geocerca basada en puntos de las rutas interior y exterior. En la unidad 1855 (ruta exterior), el 94.98 % de los clusters se ubicó dentro del área, evidenciando alta coherencia con el recorrido oficial. Los resultados se visualizaron en Kepler.gl y GeoJSON.io, facilitando el análisis de paraderos y rutas.

Conclusiones. El uso de un algoritmo de clustering basado en densidad aplicado a los datos de validación de tarjetas del sistema Va y Ven permitió identificar con precisión los paraderos reales del transporte público. Este enfoque puede replicarse en otros sistemas de transporte urbano para mejorar la cobertura y eficiencia del servicio.

Agradecimientos. Este trabajo fue desarrollado como parte del Servicio Social “Desarrollo de estudios logísticos para transformar el sistema de transporte público en la ciudad de Mérida, Yucatán”. Agradecemos a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán por su apoyo técnico y académico.

Referencias.

1. Popat, S. K. & Emmanuel, M. (2014). Review and Comparative Study of Clustering Techniques. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 805-812.
2. Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Tercera edición. ISBN: 978-0-12-381479-1
3. Tan, P.-N., Steinbach, M., & Kumar, V. (2014). *Introduction to data mining* (2nd ed.). Pearson Education Limited. ISBN 978-1-292-02615-2.

Automatización low-code para la recopilación de datos: Una solución con Microsoft Power Automate

Guzmán Manuel Sagrado de Jesús, Monsreal Barrera Ileana, Hernandez Vázquez Mellado Francisco, Morales Mendoza Luis Fernando.

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5
Tablaje Catastral 13615

Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, C.P. 97203

(a08204596@alumnos.uady.mx y fernando.morales@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. El proceso de planificación para el diseño y elaboración de horarios académicos universitarios enfrenta retrasos e inconsistencias debido a la recolección desorganizada de datos primordiales, registros dispersos o correos no centralizados lo que genera información incompleta, así como errores en la asignación de recursos afectando la eficiencia del proceso. Este proceso es necesario para poder brindar espacio y tiempo para que jóvenes adquieran sus competencias profesionales. Estas variables están sujetas a restricciones que deben ser consideradas para una correcta ejecución del proceso, en este sentido, estudios demuestran que las restricciones son importantes en este ámbito [1]. En relación con esto, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han propiciado el incremento de iniciativas de transformación digital y automatizaciones de diferentes de procesos [2] Es importante resaltar que para lograr una buena integración en una automatización se requiere alinear tres factores: i) los procesos, ii) las personas y iii) la tecnología [3]. El objetivo es automatizar actividades críticas del proceso mediante la automatización robótica de procesos (RPA), para la recepción y centralización de datos primordiales.

Metodología. Todo sistema tiene un ciclo de vida, para la concepción e implementación de esta solución, se responden preguntas con respecto a la viabilidad técnica y operativa (investigación), seguidamente se realizan entrevistas y revisión de documentos con las personas involucradas del proceso, permitiendo obtener información de los datos que requieren para su ejecución (Análisis). El diseño del flujo de trabajo automatizado se logra en la etapa consiguiente, la de diseño y desarrollo, a través de la interacción entre varias aplicaciones operando conjuntamente bajo la siguiente estructura: entrada de datos (Se generan los formularios con la aplicación de Microsoft Forms, instrumento de recolección de datos, cada ítem se obtiene de la etapa de análisis, proporcionado una interfaz para el usuario final), proceso (Se realiza la configuración del flujo de trabajo automatizado con la aplicación Microsoft Power Automate. Se configura una serie de pasos a partir de una solicitud, él envió de un formulario desencadena el flujo de trabajo, la respuesta a cada ítem se convierte en una variable permitiendo la obtención de los datos) y salida (se concentra los datos, la información de la ejecución del envío de un formulario). Se llevan a cabo las primeras pruebas de la interacción de las aplicaciones en busca del resultado planteado. En los casos donde



se dejan de cumplir con los objetivos planteados se procede a su jubilación, reiniciando en su caso el ciclo de vida.

Resultados y Discusión. Posterior a su implementación en el 2022-2023, la regresión lineal indica un crecimiento significativo de más de 14 docentes por ciclo demostrando la efectividad de uso del flujo de trabajo automatizado, en el ciclo 2025-2026 alcanzó un máximo promedio de 90 profesores lo que evidencia una adopción creciente. El análisis por periodo académico indica con mayor claridad la adopción a lo largo del tiempo como se muestra en la Figura 1.

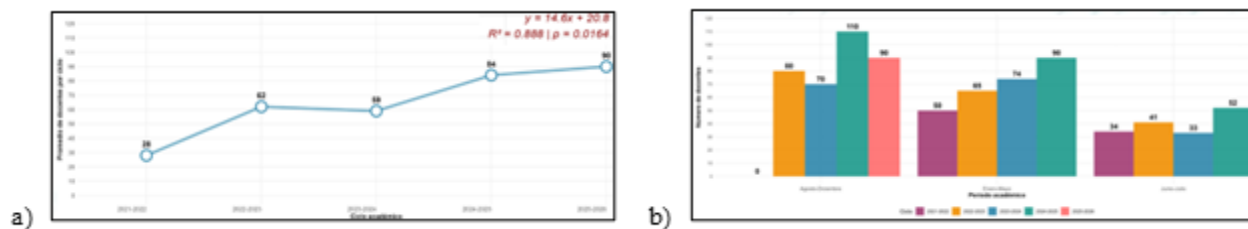


Fig. 1. Tendencia de adopción del proceso automatizado. a) Crecimiento significativo docentes por ciclo académico, b) Número de profesores por periodo académico.

Conclusiones. Los resultados de la implementación muestran que la automatización del proceso de recolección de datos tiene un impacto significativo y creciente en la participación de los docentes tendencia de crecimiento de más de 14 docentes por año confirmando una adopción progresiva. Esta solución no solo ha mejorado la participación, también se ha posicionado como una solución accesible, de bajo costo y fácil de replicar. Esto resalta el potencial de las plataformas low-code para transformar procesos. Adicionalmente permite una recolección eficiente y estandarizada de datos.

Agradecimientos. A la suma de voluntades del profesorado que ejecuta el flujo de trabajo automatizado, así como, a las autoridades de la Facultad de Ingeniería Química por el apoyo para su ejecución e implementación.

Referencias.

1. Bashab, A., Ibrahim, A. O., Hashem, I. A. T., Aggarwal, K., Mukhlif, F., Ghaleb, F. A., & Abdelmaboud, A. (2022). Optimization Techniques in University Timetabling Problem: Constraints, Methodologies, Benchmarks, and Open Issues. *Computers, Materials and Continua*, 74(3), 6461–6484. <https://doi.org/10.32604/CMC.2023.034051>
2. Milani, F., Kubrak, K., & Nava, J. (2024). Strategic redesign of business processes in the digital age: A framework. *Data & Knowledge Engineering*, 154, 102367. <https://doi.org/10.1016/J.DATAK.2024.102367>
3. Viñas, S. E., Rodríguez, N. E., Corona, E., & Jiménez, A. J. (2019). SOFTWARE PARA LA GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE HORARIOS ACADÉMICOS SOFTWARE FOR AUTOMATIC GENERATION OF ACADEMIC TIMETABLES. http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/73

Mejorar el área de almacén utilizando el pronóstico de inventarios y el método ABC en Petco

Salcedo Valenzuela Cesar Damian, Arias Dimitracopoulos Jair

Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5 Carretera Mérida a Progreso
Int. Km 2 Carretera a Chablekal. Mérida, Yucatán, 97310
(cesar_valenzuela@anahuac.mx, jair.arias@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. Petco, una empresa del sector de salud y bienestar para mascotas, enfrenta actualmente ineficiencias en la gestión de inventarios de productos de prescripción veterinaria. Estas ineficiencias se ven evidenciadas por un aumento del 8% en pérdidas por caducidad y faltantes de inventario en el 2024 respecto al 2023. Estas pérdidas son resultado de la ausencia de procedimientos estandarizados y de indicadores confiables para medir la rotación, las fechas de vencimiento y los niveles de existencias, impactando negativamente la satisfacción del cliente y los costos operativos. El presente estudio abarca la mejora del sistema de gestión de inventarios de productos de prescripción veterinaria mediante un diagnóstico de las causas de merma y desabastecimiento, la priorización de productos según su importancia y frecuencia rotativa, previsiones de la demanda, el rediseño funcional del almacén para favorecer el flujo de los productos y la implementación de tecnología de identificación por radiofrecuencia. El objetivo de esta investigación es reducir las pérdidas relacionadas con el almacenamiento de los productos de prescripción veterinaria en al menos un 15%, mejorando la eficiencia operativa mediante el diseño e implementación de un sistema integrado de gestión de inventarios basado en el diagnóstico de los elementos mencionados.

Metodología. En primera instancia, se utilizó un diagrama de Ishikawa [1] para mapear las causas raíz de las mermas y desabastecimientos, lo que permitió identificar la falta de tecnologías de control y la carencia de criterios estandarizados en la disposición de productos. A partir de este diagnóstico, se implementó un estudio ABC [2] para segmentar los SKU de prescripción veterinaria según su valor y frecuencia de salida, concentrando los recursos de monitoreo y control en los artículos de mayor trascendencia. Sobre esta clasificación, se generaron previsiones de la demanda [3] mediante modelos de suavizado exponencial simple y se calcularon puntos de reorden dinámicos (ROP) que incorporan buffers de seguridad para controlar la variabilidad de consumo y tiempo de reposición. El rediseño funcional del layout del almacén se orientó a favorecer el flujo FEFO (First Expired, First Out; Primeras Expiraciones, Primeras Salidas) [4], disponiendo físicamente los productos de mayor rotación y proximidad a caducidad en zonas de fácil acceso y despacho inmediato. Finalmente, se integró la tecnología RFID [5] para registrar automáticamente los movimientos de inventario y validar el cumplimiento del procedimiento FEFO mediante un sistema de etiquetado por colores, garantizando la trazabilidad en tiempo real y reduciendo errores manuales.



Resultados y Discusión. Se ha logrado progresar de una manera significativa con el proyecto sumando a las herramientas de trabajo una radiofrecuencia, la cual servirá como apoyo para la contabilización y un mejor control de las entradas y salidas de nuestro almacén. Estas herramientas van de la mano con capacitación continua y uso de software para el manejo de este sistema con todo el personal de trabajo de Petco. También se hizo una redistribución del layout considerando la metodología ABC ordenando los productos en mayor rotación a su cercanía hacia el personal, eliminando tiempos muertos.

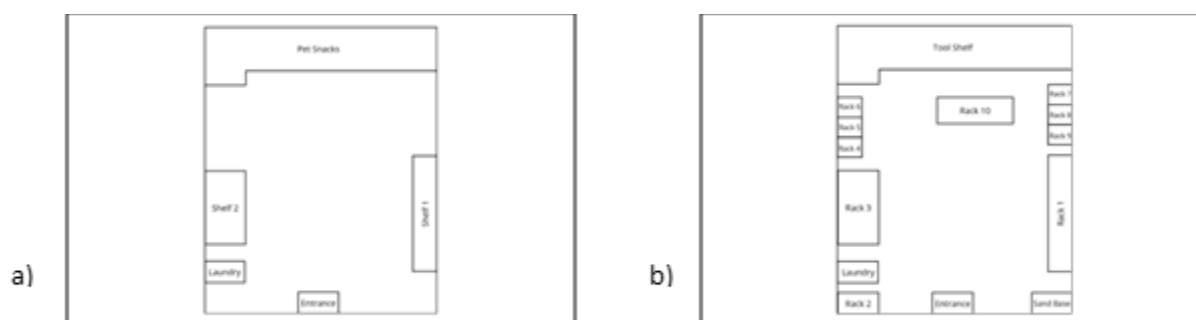


Fig. 1. a) Distribución actual del almacén, caracterizada por una organización general sin priorización de productos ni control de flujo. b) Propuesta de redistribución del almacén implementada en el proyecto, con un layout optimizado que prioriza productos según prioridad, facilita el seguimiento FEFO y mejora la eficiencia operativa.

Conclusiones. Esta investigación concluyó en que la falta de estandarización en los procesos de recepción de mercancía junto con las solicitudes de arribo de nuevos materiales por parte del centro de distribución han sido el impacto más grande en las pérdidas generadas para Petco. Gracias a nuestros objetivos esperamos en la recta final de este proyecto con las predicciones poder colocar a la empresa en los estándares que se esperan de ella. Estos resultados serán los cimientos para el control y monitoreo de los próximos resultados que en nuestros objetivos determinamos con un margen del 15% de mejora.

Agradecimientos. Expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestros tutores académicos por su guía, a la gerencia de Petco por permitirnos realizar este proyecto, y a nuestros compañeros de trabajo por su colaboración en la implementación de los cambios propuestos.

Referencias.

1. Bialy W, Ruzbarsky J (2018) Breakdown Cause and Effect Analysis Case Study. En: Management Systems in Production Engineering. **vol** (26): 83-87.
2. Keskin G, Ozkan C (2013) Multiple Criteria ABC Analysis with FCM Clustering. En: Journal of Industrial Engineering. **vol** (2013): 1-7.
3. Syaddam S (2024) Demand Forecasting on Sales at Grocery Stores using a Data Science Approach. En: Forum for University Scholars in Interdisciplinary Opportunities and Networking. **vol** (2024): 570-581.
4. Rezeki D (2019) Evaluation Of Drug Storage Using FIFO/FEFO Methods In Royal Prima Medan Hospital Pharmacy Installation. En: International Journal of Health and Pharmaceutical. **vol** (2019): 9-17.
5. Bottani E, Rizzi A (2008) Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain. En: International Journal of Production Economics. **vol** (112): 548-569.

Mejora de la eficiencia en el proceso operativo de almacenamiento mediante un análisis de flujo de trabajo en el almacén principal de la empresa Multi E

Colin García Ivanna^a, Angulo Díaz Kateryn^a

^aFacultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr. Mérida-Progreso. Mérida, Yucatán, 97302.
(00370763@anahuacmayab.edu.mx y 00411282@anahuacmayab.mx.edu)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. La empresa Multi E enfrenta dificultades operacionales considerables en sus procedimientos de gestión de almacén, debido a la venta de artículos de empaque visualmente similares de múltiples proveedores, lo que ha llevado a un aumento de errores humanos durante el almacenamiento de productos y cumplimiento de pedidos. La empresa ha experimentado una reducción del 78.3% en eficiencia operacional y pérdidas financieras mensuales estimadas de \$55,000 pesos mexicanos. El propósito de este trabajo es disminuir errores de colocación del 50% al 20% y aumentar la eficiencia operacional del almacén del 21.7% al 60%.

Metodología. Se implementó una metodología sistemática de cinco fases que utiliza herramientas establecidas, incluyendo Lean 5S y gestión de flujo de trabajo [1-3]. Se evaluaron los procesos actuales mediante observación directa y entrevistas al personal, utilizando BPMN para representar el flujo logístico actual [3]. Se identificaron seis factores que contribuyen a errores en órdenes de clientes se implementó la metodología Lean 5S en el almacén para reestructurarlo [4]. Se enfocó en optimizar el Sistema de Gestión de Almacén integrado con el diseño de un marco de medición de KPIs de rendimiento en mejora de almacenamiento y comunicación interdepartamental, incluyendo una propuesta de capacitación para personal y gestión de cambio organizacional [5-6].

Resultados y Discusión. La desconexión institucional entre los equipos de TI y Almacén resultó en modificaciones no documentadas de base de datos, lo que llevó al personal a abandonar equipamiento y ocultar problemas operacionales. La mediación del equipo de proyecto abordó efectivamente este problema, destacando que los problemas surgieron de comunicación fragmentada y gestión de cambio insuficiente, no de deficiencias sistémicas. Con estos cambios se llevó a cabo una simulación de la situación actual, proyectando una reducción de errores diarios en un 40%, mientras que los errores mensuales presenten una disminución del 37.3%, superando el objetivo original de reducción del 20%. Se realizó una estimación en el incremento de la eficiencia operacional del 10.3%, aunque no alcanzó el objetivo del 60%, demostrando beneficios sustanciales del enrutamiento optimizado y organización espacial 5S. Las pérdidas mensuales disminuyeron 36.9%, proyectando ahorros anuales de aproximadamente \$243,600 pesos mexicanos.

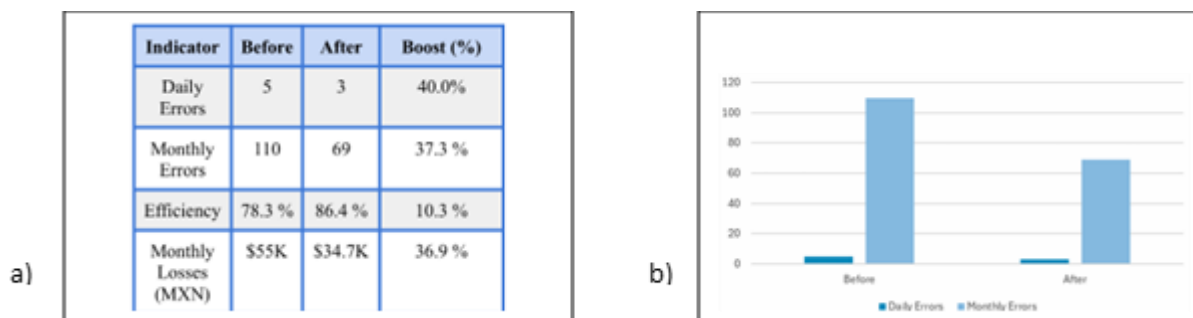


Fig. 1. a) Diagrama comparativo de los indicadores antes y después de la implementación de la metodología, b) gráfico comparativo de la disminución de errores tras la implementación de la metodología.

Conclusiones. El proyecto logró progreso significativo hacia sus objetivos, con variaciones en las medidas implementadas. La disminución de los errores de colocación de productos del 40% se encuentra en un espectro que depende de la demanda por temporada (necesita mayor tiempo de observación y simulación). La eficiencia operacional actual mejoró 10.3%, sugiriendo posibilidad para mayor optimización. El rendimiento financiero mostró la mayor mejora, con pérdidas económicas reducidas en 36.9%. Los aspectos psicológicos y organizacionales de la mejora operacional fueron iluminados, revelando que los departamentos de TI y Almacén fallaron en comunicarse, causando que las actualizaciones técnicas se realizaran sin coordinación. Esta experiencia enseñó que las soluciones complejas como plataformas ERP y tecnología de escaneo solo son efectivas cuando se integran con flujos de trabajo y adopción de usuarios. Las mejoras tecnológicas deben gestionarse como proyectos de cambio organizacional con canales explícitos de comunicación técnico-operacional.

Agradecimientos. Agradecemos a Consultores GM por brindarnos la oportunidad de realizar nuestras prácticas profesionales, así como a la empresa Multi E por facilitarnos el acceso a sus instalaciones y a la información necesaria para el desarrollo del presente artículo. Extendemos nuestro agradecimiento al Dr. Víctor Cruz por su valiosa asesoría y acompañamiento durante la elaboración del proyecto.

Referencias.

1. Vasquez D, Toledo L (2023) Modelo de mejora en la gestión de un almacén para reducir las devoluciones de equipos aplicando las metodologías SLP Lean 5S y WMS en una empresa dedicada a la gestión tecnológica. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
2. Bonifati A (2001) Warehousing Workflow Data: Challenges and Opportunities. Proceedings of the 27th VLDB Conference
3. Kattepur A (2019) Workflow composition and analysis in Industry 4.0 warehouse automation. IET. 1 (3): 78-89.
4. Vaz de Oliveira A, Oliveira C, Godina R, de Oliveira J, Palavra S (2022) Improvement of the Logistics Flows in the Receiving Process of a Warehouse. Logistics. 6 (1): 22.
5. Venkatesh K, Mohamed M (2024) Enhancing Warehouse Efficiency Of 3PL Warehouse: Suggesting Key Performance Indicators For Quality and Productivity. Chalmers University of Technology.
6. Živičnjak M, Rogić K, Bajor I (2022) Case-study analysis of warehouse process optimization. ScienceDirect. International Scientific Conference "The Science and Development of Transport".

Mejorar la eficiencia en la productividad de la línea de producción para Puratos usando los pilares TPM, análisis de datos con Power Bi e inventariando las piezas críticas de repuesto

Rosales Hernández Natalia Roxana, Márquez Febles Patricio Jesús

Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Carretera Mérida-Progreso km 15 AP. 96 Cordemex, Mérida, Yucatán. CP. 97308

(natalia.rosales@anahuac.mx y patricio.marquezfe@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En el presente artículo se explicará el proyecto de mejora en la línea de producción de la fábrica en Mérida de pasta de cacao de la compañía belga Puratos. Puratos es una empresa belga que ofrece una variedad amplia de servicios e insumos en repostería, panadería y chocolatería; en Mérida se encuentra una planta de pasta de cacao [1]. Actualmente Puratos ha tenido el mayor problema con fallos en sus máquinas llegando al punto de romper alguna pieza y parando la línea por un tiempo prolongado, limitando la capacidad total de las máquinas y perdiendo ventas importantes. Este proyecto se enfoca en el área de mantenimiento teniendo una mejor comprensión del mantenimiento preventivo, la capacitación constante, el inventariado de piezas de repuesto como también el poder visualizar indicadores de rendimiento; de esta manera se fomenta la cultura de resolución de problemas para lograr la mejora de un 10% en la producción durante el año 2025.

Metodología. Para este proyecto se utilizarán los pilares TPM (Total Productive Maintenance) el cual es un sistema compuesto por 8 pilares para que el mantenimiento del equipo sea el óptimo y se puedan evitar defectos, paros completos, accidentes, entre otras afectaciones [2]. En este caso se utilizan 2 pilares, mantenimiento preventivo y entrenamiento y educación; el primero es identificar los problemas del equipo y realizar un plan para poder tener un mantenimiento antes de que haya algún paro; siguiendo de la mano la capacitación complementa para poder tener el conocimiento previo y necesario y poder solucionar la falla en menor tiempo. De igual manera se analizará el manejar un inventario de piezas de repuesto que reduciría el tiempo de reparación de máquina, aumentando su disponibilidad. Por último, la información recabada se utilizará para crear informes de rendimiento y mantenimiento en Power BI.

Resultados y Discusión. Una vez analizadas las áreas de oportunidad, se realizó un plan/listado de actividades de mantenimiento preventivo para tener registro de cuando se tienen que realizar. Contando con esta herramienta fue posible agilizar y tener una mejor noción por parte de mantenimiento para poder dividir y tomar el tiempo necesario para la realización de estas actividades y aumentar la disponibilidad de las máquinas. Para la capacitación, se comenzó armando un plan adecuado para el control general de la línea de producción y del software de las máquinas para entender su funcionamiento y variables que pueden favorecer a las fallas que se han presentado. De esta forma, una vez realizada la capacitación se logró obtener el conocimiento necesario y mejorar la eficiencia principalmente con el supervisor de

producción para poder tener el manejo adecuado de las máquinas. De igual manera, se analizaron las piezas necesarias de refacción para tener como inventario, dando importancia a las máquinas de riesgo crítico. Se encontró que con hacer una inversión de 219 mil dólares (aprox. 4.13 millones de pesos), se tendrían las piezas necesarias para evitar el atraso de reparación que en los últimos meses del año ha generado pérdidas de más de 38 millones de pesos. Por último, se generaron reportes para poder analizar la información de rendimiento de la planta, enfocado en el área de mantenimiento.



Fig. 1. Imagen del Excel de mantenimiento de forma que se puede visualizar las actividades, el día y las fechas.

Actividad	Responsable	Fecha	Estado
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	08/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	09/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	10/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	11/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	12/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	13/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	14/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	15/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	16/10/2025	Completada
Revisión de estado de la planta	Ing. Vianney Vázquez Mayorga	17/10/2025	Completada

Fig. 2. Visualización del plan de capacitación



Fig. 3. Imagen de un tablero de información de rendimiento del departamento de mantenimiento.

Conclusiones. Después de aplicar medidas de mantenimiento, se observa la mejora y el mayor control de cada uno de los mantenimientos necesarios al igual que las fallas anteriores y el historial de las máquinas para poder evitar o prevenir un fallo próximo, que las pérdidas en dinero y tiempo de mantenimiento sean menores, logrando al final que la producción sea mayor y con mejor eficiencia.

Agradecimientos. Agradecemos a la Ing. Vianney Vázquez Mayorga, al Ing. Guillermo Puntos Díaz y al Dr. Víctor Cruz Morales por su apoyo y asesoría durante la realización de este proyecto.

Referencias.

1. Puratos: Dedicado a panaderos, pasteleros y chocolateros. (s. f.). <https://www.puratos.com.mx/es>
2. Singh, J. and Singh, H. (2020), "Justification of TPM pillars for enhancing the performance of manufacturing industry of Northern India", International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 69 No. 1, pp. 109-133. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2018-0211>

Dashboard para la toma de decisiones basado en datos de abordaje en la ruta periférico del sistema de transporte 'Va y Ven'

Aldana González Joel^a, Martínez Isidro Paulina, G Cantón Puerto Daniel, Monsreal Barrera Ileana Camila, Chan Pavón Miriam

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, C.P. 97203
(paulina.martinez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El transporte público en Mérida ha enfrentado rezagos históricos en infraestructura, calidad y accesibilidad, lo que ha favorecido el uso del automóvil particular y generado congestión, especialmente en la zona centro [1,2]. Aunque en noviembre del 2021 se implementaron mejoras como la ruta Periférico del sistema ‘Va y ven’, la creciente demanda, desde su inicio, ha desplazado tanto a los usuarios como al tráfico hacia esta zona [3]. En este contexto, se propone analizar los datos generados por tarjetas inteligentes con el fin de identificar patrones de uso, puntos críticos y horarios pico, y así optimizar la oferta del servicio, siguiendo experiencias exitosas en otras ciudades donde estos datos han contribuido significativamente a mejorar la eficiencia del transporte público [4].

Metodología. El análisis se estructuró en tres etapas: preparación de datos, modelado analítico y visualización para la toma de decisiones. Se utilizaron registros de validaciones electrónicas con coordenadas GPS del sistema de transporte urbano de Mérida, procesados con Python mediante módulos especializados. Los datos fueron estandarizados, depurados y normalizados espacialmente, asignando identificadores únicos a las estaciones según el sentido de circulación. Las validaciones fueron reorganizadas y consolidadas por evento de parada, generando una base de datos sintética. Esta estructura reducida mejora la eficiencia computacional y permite interpretar los patrones de movilidad de forma más clara. Se desarrollaron algoritmos para garantizar consistencia y escalabilidad en el procesamiento. Finalmente, se integraron los hallazgos en un dashboard interactivo desarrollado con Plotly y Dash, que permite monitorear el desempeño de la ruta y apoyar decisiones estratégicas basadas en evidencia.

Resultados y Discusión. El dashboard interactivo desarrollado para la ruta Periférico de Mérida permite visualizar de forma dinámica los patrones de abordaje y la distribución espacial de la demanda. A través de mapas de geolocalización con burbujas proporcionales al número de abordajes, se identificaron zonas de alta y baja afluencia diferenciadas por horario y sentido de circulación. Se observó un patrón de movilidad pendular: mayor demanda en el sur y oriente por la mañana, y en el norte y poniente por la tarde y noche, reflejando flujos diarios casa-trabajo/escuela y viceversa.

Esta herramienta se compone por filtros interactivos por hora, sentido, día, estación y tipo de usuario, así como gráficas que muestran la proporción de transbordos y el uso de distintos tipos de tarjeta. Los resultados revelan estaciones con alta concentración de abordajes en horas pico, especialmente hacia zonas

escolares y laborales, y otras con baja demanda en ciertos horarios. La estación FIUADY destacó por su volumen de transbordos entre junio y noviembre de 2023, seguida por Canek, Cetram Norte y Tixcacal. En su horario de mayor demanda (lunes a las 18:00 h), el 13.5 % de los abordajes fueron transbordos y el 17.6 % correspondieron a estudiantes, aunque más de la mitad se realizaron con tarjetas generales, lo que sugiere que esta estación funciona como nodo mixto y punto de transferencia regional.

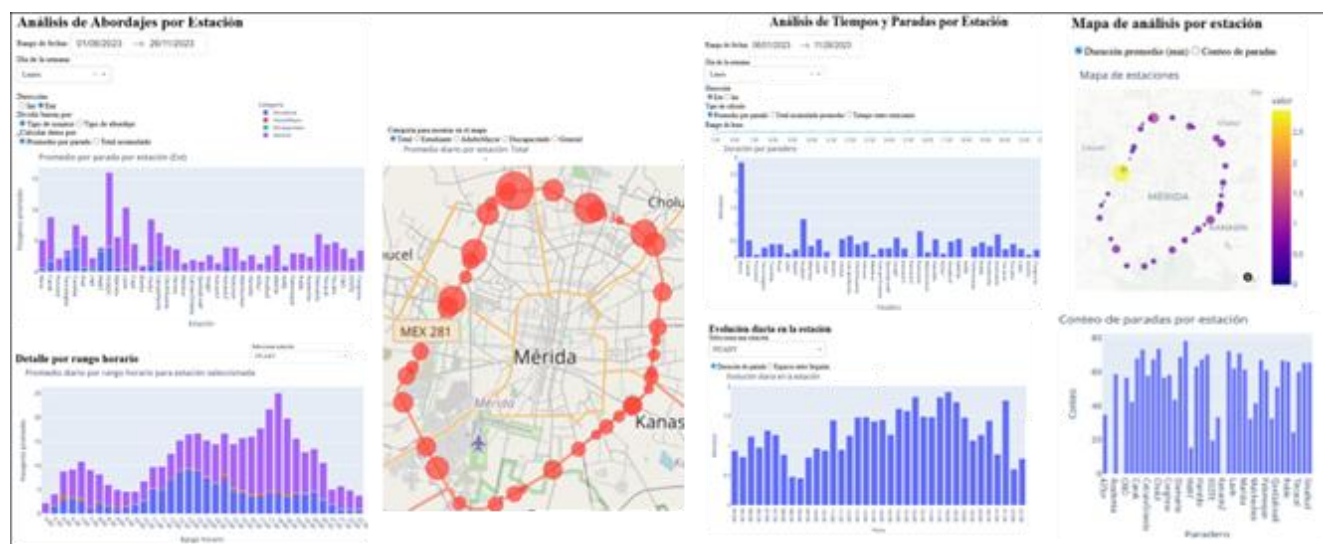


Fig. 1. Interfaz del dashboard interactivo desarrollado para la ruta Periférico del sistema ‘Va y ven’.

Conclusiones. El análisis de datos de movilidad en la ruta Periférico del sistema ‘Va y ven’ permitió identificar patrones de uso que reflejan una movilidad pendular diaria, con flujos diferenciados por horario, sentido y tipo de usuario. La consolidación de registros por evento de parada optimizó la estructura de la base de datos, facilitando su análisis y visualización. El dashboard desarrollado demostró ser una herramienta eficaz para apoyar la toma de decisiones operativas. La identificación de estaciones clave, y la variación de la demanda entre días y horarios, evidencian la necesidad de una planificación flexible basada en datos.

Agradecimientos. A la Universidad Autónoma de Yucatán por su apoyo y patrocinio para la realización de esta presentación.

Referencias.

1. Urbanización neoliberal en la periferia metropolitana de Mérida, Yucatán, 2000-2014. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
2. Loeza S (2023) El transporte público en Mérida. Recuperado de <http://blog.enesmerida.unam.mx/el-transporte-publico-en-merida/>
3. Gobierno del Estado de Yucatán (s.f.) Vayven. Recuperado de <https://vayven.yucatan.gob.mx/>
4. Bagchi, M., & White, P.R. (2005). The potential of public transport smart card data. *Transport Policy*, 12(5), 464–474.

Mejora del desempeño del proceso de organización de telemarketing y eficiencia en las ventas a través de la metodología PDCA

Corrales Loustalot Laclette Ximena, Correa Pavón, Marina, Cruz Morales Víctor

Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr. Mérida - Progreso, 97302 Mérida, Yuc.

(ximena.corrales@anahuac.mx , marina.correapa@anahuac.mx , victor.cruz@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Surtimuebles, empresa con sede en Yucatán y 18 sucursales, cuenta con un área de Telemarketing destinada a generar prospectos y dirigirlos al cierre de ventas en tienda. Con el tiempo, este departamento enfrentó procesos poco claros, largos tiempos de respuesta y sobrecarga de trabajo en una sola persona, lo que ocasionó pérdidas de más de \$70,000 pesos mensuales [1]. Para atender esta situación, se implementó un proyecto de mejora continua, basado en el ciclo PDCA, con herramientas como el Mapeo de la Cadena de Valor, el Diagrama de Ishikawa, SOPs, KPIs, un chatbot y la integración de Power BI [2] . Estas acciones, junto con la capacitación y el rediseño de procesos, permitieron mejorar la eficiencia y reducir significativamente los tiempos de atención, contribuyendo al mismo tiempo a la sostenibilidad mediante la optimización de recursos y la digitalización [4]. El objetivo de este trabajo es implementar un proyecto de mejora continua en el área de Telemarketing de Surtimuebles, con base en la metodología PDCA, para reducir tiempos de respuesta, aumentar la eficiencia y mejorar la conversión de prospectos en ventas.

Metodología. Para optimizar el área de Telemarketing en Surtimuebles se aplicó la metodología Lean Six Sigma, utilizando el ciclo DMAIC como adaptación del modelo PDCA [1]. Este enfoque permitió identificar causas raíz y medir avances mediante KPIs, luego de que una encuesta inicial revelara que el 68 % de los clientes estaba insatisfecho con los tiempos de respuesta, lo que representaba pérdidas de hasta \$70,000 MXN mensuales (Vorecol, 2024). El plan se ejecutó en cinco fases: primero se diagnosticaron las ineficiencias con Value Stream Mapping y el Diagrama de Ishikawa [2]; después se estandarizaron procesos mediante SOPs y se capacitó al personal [3], posteriormente se integró Power BI con el ERP Management Pro para la gestión de datos [5]; en la cuarta fase se implementó un chatbot para automatizar la atención [6], y finalmente se evaluó el impacto con los KPIs definidos, confirmando mejoras en eficiencia, conversión y satisfacción del cliente.

Resultados y Discusión. El análisis del Value Stream Mapping (VSM) reveló que el área de Telemarketing operaba con un 88 % de ineficiencias, ya que de un proceso total de 725 minutos solo 85 correspondían a actividades de valor agregado; además, se identificaron demoras de hasta ocho horas en la primera respuesta al cliente y poca coordinación entre departamentos, lo que justificó intervenciones como la automatización, la integración de un sistema de gestión, el uso de KPIs y el rediseño del flujo operativo. Con la implementación de Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) para WhatsApp y llamadas, acompañados de capacitación y clasificación de prospectos, el tiempo de respuesta se redujo a

[illegible]

Sum of MONTO by ARTICULO

ARTICULO	Sum of MONTO
WIRE ACCIONADO MIDEA	\$43,480
LAPTOP LENOVO IDEAPAD	\$40,470
REFRIGERADOR HISENSE 1.1'	\$38,800
BASTILLA AC 55'	\$33,070
IPHONE 11	\$23,400
APROX BORDADO DE 8'	\$15,100
LAVADORA HISENSE 18KG	\$11,000
CUADROA T-FAL	\$6,300
VENTILADOR MASTER FAN 3 EN 1	\$2,400



Buscando la eficiencia y adaptarse a las nuevas instalaciones aplicando Manufactura Esbelta en Construcciones Verticales

Cortes Duran Ricardo, Walker Laviada Diego, Cruz Morales Víctor, Vázquez Mayorga Vianney

Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr Mérida–Progreso. Mérida, Yucatán, 97302
(rcortes@anahuac.mx y dwalker@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Construcciones Verticales de Acero ha sido el líder en el diseño, manufactura y montaje de estructuras metálicas en el sureste del país. Tienen más de 40 años de experiencia, en los que han llegado casi al 100% de los estados de la república. La compañía cuenta con más de 500 colaboradores y tiene una producción mensual que oscila entre las 1000 y 1200 toneladas de estructura. Este 2025 la compañía decidió cambiar sus instalaciones para aumentar la capacidad de producción; sin embargo, los resultados no han sido del todo esperados, fabricando menos a pesar de tener más capacidad instalada y más mano de obra. La pérdida de mano de obra calificada en el proceso de armado y las dificultades que lleva la adaptación son dos de los problemas principales que enfrenta la compañía. El proceso de armado es el que se ha identificado como cuello de botella, este siendo el proceso más complicado y que puede llevar a abarcar un 60% del proceso, causando bajas en la producción y sobreuso de la mano de obra. El objetivo de nuestro trabajo es conseguir un rendimiento de 40 hh/ton (actualmente se encuentra a 46 hh/ton) aplicando las metodologías de la manufactura esbelta como lo son El plan maestro de producción, Poka Yoke's y un buen manejo de toma de tiempos.

Metodología. Realizamos un plan maestro de producción basado en las varias técnicas y metodologías que se usan en la Manufactura Esbelta, muy conocida y utilizada en el sector industrial. Luego de comprender y analizar exhaustivamente el proceso de armado, observamos que no existía una planeación general de que pieza iba a elaborar cada pareja (el proceso es comúnmente trabajado en parejas, puede ser más o menos personal dependiente de la pieza). Con la ayuda de los gerentes y supervisores del proceso, elaboramos un plan maestro en el que asignábamos las piezas diarias a cada armador, según sus capacidades y tiempos. Esto con la intención de monitorear mejor las prioridades de producción y el anticiparse a las necesidades de cada pieza como lo son los planos de taller y los materiales.

Resultados y Discusión. El plan de producción fue realizado de la mano de los supervisores y jefes de planta para entender y saber cuáles son las prioridades necesitadas. El resultado del trabajo fue de gran ayuda para los supervisores y gerentes, ya que gracias a la elaboración del plan y el tener todos los requerimientos listos de cada pieza, ahora se podían quedar a monitorear sus piezas mejorando en tiempos y en calidad.



MASTER PRODUCTION PLAN							
PROJECT	TOTAL TONS PRODUCED	MH/TON COMPLETE PROCESS	TOTAL MH	MH/TON IN ASSEMBLY REAL	PERFORMANCES IN ASSEMBLY	% OF THE WEEK	AVERAGE PERFORMANCE
AIRPORT	120	9000	1080000	6030	50	0.58	29.13
GASOLINERA DZIUNCHE	7	525	3675	305	44	0.03	1.47
BEPENSA	10	450	4500	230	23	0.05	1.11
HAWK NEST	25	1750	43750	1103	44	0.12	5.33
TM CHETUMAL	25	1125	28125	574	23	0.12	2.77
EL MORO	15	825	12375	404	27	0.07	1.95
TERNIUM	5	325	1625	208	42	0.02	1.00
	207		1174050	8853			43

Fig. 1. Gráfica de rendimientos y de toneladas en el proceso de armado utilizado el plan maestro de producción.

Los resultados de fabricación de la semana fueron bastante alentadores produciendo 207 toneladas durante la semana y logrando un rendimiento de 43 hh/ton logrando cierto decrecimiento en cuanto a los registros previos que contaba la empresa.

Conclusiones. Como parte del proyecto, se desarrolló e implementó el Plan Maestro de Producción para mejorar los rendimientos en el proceso de armado. La tarea requirió una colaboración estrecha con los supervisores de ensamble y el jefe de taller para priorizar proyectos y asignar tareas de manera efectiva. A pesar de estos desafíos, el plan trajo claridad al flujo de trabajo semanal, asegurando que los materiales y planos estuvieran listos con anticipación y que cada pareja de armadores supiera exactamente en qué trabajar. Como resultado, la empresa logró una producción total de 207 toneladas, con un promedio mejorado de 43 horas-hombre por tonelada, lo que representa una reducción de 2 horas-hombre por tonelada en comparación con semanas anteriores.

Agradecimientos. Agradecemos a la Universidad Anáhuac Mayab por su ayuda en la elaboración de nuestro trabajo, el apoyo de los maestros José Luis Escalante y Vianney Vázquez, a su vez también a Construcciones Verticales de Acero por su disponibilidad y facilidades para trabajar en la planta.

Referencias.

1. Díaz-Reza, J.R., García Alcaraz, J.L., Morales García, A.S. (2022). Lean Manufacturing Origins and Concepts. In: Best Practices in Lean Manufacturing
2. Martín, A.G., Díaz-Madroño, M. & Mula, J. Master production schedule using robust optimization approaches in an automobile second-tier supplier. Cent Eur J Oper Res **28**, 143–166 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10100-019-00607-2>

Optimización del proceso de producción y empaque de racks mediante la metodología 8D en Bohn

Espinosa Cetina Alejandro, Espinosa Cetina Alejandro

Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Mérida, Yucatán, México

00421520@anahuac.mx

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. En la industria metalmecánica, los defectos en producción y empaque impactan directamente en los costos operativos y la satisfacción del cliente. En Bohn, la línea de producción de racks presentaba altos índices de reprocesos (más del 50%) y quejas recurrentes de clientes por errores de empaque y entregas incompletas. Este proyecto tuvo como objetivo optimizar la productividad y mejorar la calidad de los envíos mediante la implementación de la metodología 8D, enfocada en la identificación y eliminación de causas raíz de fallas recurrentes, así como en la estandarización de procesos.

Metodología. Se aplicó la metodología 8D a lo largo de 10 semanas, conformando un equipo multidisciplinario que trabajó en la definición del problema, análisis de causas raíz mediante herramientas como Pareto, 5 Why's e Ishikawa, y desarrollo de acciones correctivas y preventivas. Se realizaron capacitaciones, se diseñaron checklists de control de calidad y se implementaron auditorías internas para asegurar la sostenibilidad de las mejoras.

Resultados y Discusión. La implementación de la metodología 8D produjo mejoras sustanciales y medibles en la línea de producción y empaque de racks en Bohn. Antes del proyecto, los procesos presentaban un ciclo promedio de 33.5 minutos por unidad, altos niveles de reprocesos y errores frecuentes en el empaque que generaban retrasos y quejas recurrentes de clientes. Tras la ejecución de las ocho disciplinas, el tiempo total de ciclo en las fases críticas de ensamblaje, inspección y empaque se redujo un 37.6%, alcanzando 20.9 minutos por unidad, superando el objetivo inicial de reducción del 25%. La mayor mejora se registró en la fase de inspección, con un 41% de reducción, atribuida a la introducción de checklists visuales, la estandarización de puntos de verificación y la capacitación de operadores en técnicas de detección temprana de errores. La tasa de errores de empaque disminuyó en un 66.3%, mientras que los reprocesos internos se redujeron en un 56.9%, lo que significó una liberación de recursos y mayor eficiencia en la línea de producción. A su vez, los defectos recurrentes, identificados mediante un análisis de Pareto (empaques incompletos 42%, etiquetado incorrecto 27% y piezas faltantes 21%), fueron prácticamente eliminados gracias a acciones correctivas específicas como la introducción de estaciones de verificación final y auditorías internas de etiquetado. En cuanto al impacto en el cliente, las quejas externas pasaron del 19.5% al 7.4%, representando una mejora del 62%. Además, la tasa de entregas a tiempo aumentó del 81% al 94%, fortaleciendo la confiabilidad del servicio y la competitividad de la empresa en el mercado. Para asegurar la sostenibilidad de estos resultados, se realizaron auditorías posteriores, alcanzando un 95% de cumplimiento en la adopción de los nuevos estándares de empaque y



XXXV Foro Científico y Cultural de la FIQ

“Sociedad, ciencia y tecnología para un futuro sostenible”

8-10 octubre 2025

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



verificación. Un total de 18 operadores fueron capacitados y certificados, logrando una reducción del 65% en errores de operación tras la formación. Asimismo, se implementó un Checklist de Recepción de Racks, utilizado tanto internamente como por los clientes, lo que permitió verificar de forma conjunta el estado de cada envío, reducir disputas y reforzar la trazabilidad del proceso. Estos resultados no solo evidencian una mejora operativa inmediata, sino que también demuestran que los cambios implementados fueron sostenibles a largo plazo. La metodología 8D no solo corrigió defectos específicos, sino que transformó la cultura de trabajo, mejoró la comunicación entre turnos y promovió una mayor responsabilidad compartida por la calidad del producto. Este enfoque sistemático ha sentado las bases para expandir la metodología a otras líneas de producción, generando un impacto potencial aún mayor en la productividad e innovación de la empresa.

Conclusiones La aplicación de la metodología 8D permitió transformar los procesos de producción y empaque de racks en Bohn, logrando mejoras sostenibles en eficiencia, calidad y satisfacción del cliente. Estas acciones sentaron las bases para implementar mejoras continuas en otras líneas de producción de la empresa, consolidando una cultura de innovación y productividad.

Agradecimientos. Agradecemos a Bohn y al equipo de producción por el apoyo brindado durante la implementación del proyecto.

Referencias.

1. Chen, H.-R., & Cheng, B.-W. (2010). A case study in solving customer complaints based on the 8Ds method and Kano model. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 27(5), 339–350.
2. Kumar, T. S. M., & Adaveesh, B. (2017). Application of “8D Methodology” for the root cause analysis and reduction of valve spring rejection in a valve spring manufacturing company: A case study. *Indian Journal of Science and Technology*, 10(11), 1–11.
3. Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., García-Alcaraz, J. L., & Macías, E. J. (2020). Improving a manufacturing process using the 8Ds method: A case study in a manufacturing company. *Applied Sciences*, 10(7), 2433.
4. Riesenberger, C. A., & Sousa, S. D. (2010). An effective way to reduce recurrence of customer complaints? *Proceedings of the World Congress on Engineering 2010, Vol III*, 2225–2230.
5. The Ultimate 8D Guide: Tools, Tips, and Case Studies for Business Improvement. (2023). *Leading Business Improvement – Blog*. (Includes the e-commerce order fulfillment case).
6. Ford Motor Company. (2021). 8D Problem Solving Manual. Retrieved from <https://www.ford.com>
7. Ghosh, S. (2013). *Lean Manufacturing and Process Improvement*. Pearson Education.
8. Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management* (13th ed.). Pearson.
9. Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: A goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21(2), 193–203. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00087-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00087-6)
10. Martínez, R., & Kim, S. (2022). Sustainability of Lean Six Sigma implementations: A longitudinal study in manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.11.004>



Mejora de la gestión de inventario de herramientas y equipos en STEELEX

Flores Alvarez, José Antonio^a, Hoppe Bellegarrique Marianne^b

^aEstudiante de ingeniería industrial. Universidad Anahuac Mayab. ^bEstudiante de ingeniería industrial.
Universidad Anahuac Mayab.

(00441057@anahuacmayab.edu.mx, 00459441@anahuacmayab.edu.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral en Línea

Introducción. STEELEX, empresa líder en el sureste de México en diseño, fabricación e instalación de estructuras metálicas, enfrenta una gestión ineficiente de herramientas debido a la ausencia de un sistema estandarizado de registro, almacenamiento y control. Esto ha generado pérdidas financieras de \$267,569.13 en dos años, equivalente al 6.60% del valor total del inventario. El proyecto a continuación propone un sistema digital basado en metodologías 5S, clasificación ABC y Kanban, usando Microsoft Power Apps y Power BI para monitoreo en tiempo real. Se enfoca en optimizar el control de herramientas, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa, ofreciendo un modelo escalable para la empresa. El objetivo es disminuir las pérdidas por herramientas en un 80% y lograr un control total sobre las herramientas de Categoría A.

Metodología. La estrategia consistió en integrar de manera complementaria tres pilares de Lean Manufacturing —5S, clasificación ABC y sistema Kanban— con una plataforma digital basada en Microsoft Power Apps y Power BI para garantizar trazabilidad y análisis continuo del inventario en STEELEX. En primer lugar, se aplicó 5S para estandarizar y ordenar zonas de trabajo, eliminando desperdicios y reduciendo variabilidad en la disposición de herramientas. Luego se procedió con la clasificación ABC que jerarquizó las herramientas según su frecuencia de uso y valor económico, orientando la asignación de áreas prioritarias hacia los elementos más críticos. Finalmente se implementó un Kanban digital que rastrea en tiempo real las herramientas, alerta sobre su disponibilidad o mantenimiento y su ubicación. La solución digital permite el registro automático de cada movimiento de herramienta, la generación de alertas en tiempo real y la elaboración de informes dinámicos en Power BI, favoreciendo la toma de decisiones basada en datos objetivos y la sostenibilidad operativa del sistema [1–3].

Resultados y Discusión. La clasificación ABC de 484 registros de préstamo mostró que el 18 % de las herramientas (categoría A) cubre el 80 % de los usos. Con esta información, se reorganizó el almacén colocando los ítems (herramientas) de categoría A en los racks 5A-5B, nivel 2, y agrupándolos por tipo (por ejemplo, equipos de seguridad en A-1 y adhesivos en A-3). Esta disposición mantiene un orden lógico y da mayor facilidad para encontrar las herramientas.

La gráfica en Power BI (Fig. 1 a) permitió detectar rápidamente herramientas de categoría A con uso frecuente de los últimos dos años y permitió continuar el control para detectar rápidamente herramientas

de categoría A disminuyan su frecuencia de uso y fijar límites automáticos: si el uso baja un 30 % en seis meses se revisa clasificación. Además, la distribución visual (Fig. 1 b) asegura que los ítems más usados estén siempre al alcance y su información detallada estén siempre disponibles, lo que se traduce en una reducción estimada del 20 % en pérdidas de categoría A durante el primer año ahorrando \$53 513,83 de los \$267 569,13 histórico. Aunque se han alcanzado los objetivos de clasificación y diseño del almacén, el impacto total en ahorro y control depende ahora de integrar los sistemas 5S, Kanban y la plataforma digital (Power Apps + Power BI). Estudios previos en industria metalmecánica han logrado reducciones de 15–25 % en costes operativos al combinar metodologías Lean y herramientas digitales [4] lo que respalda nuestra propuesta.

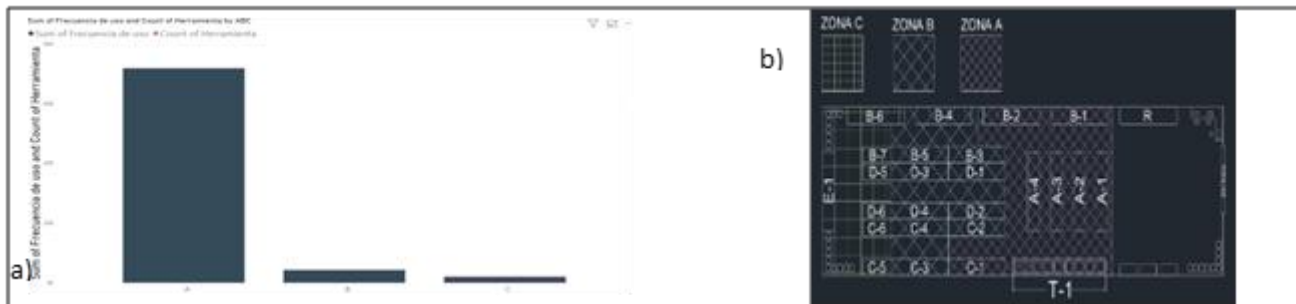


Fig. 1. a) Gráfico de barras en Power BI que muestra la suma de la frecuencia de uso y el conteo de herramientas por categoría ABC. b) Plano esquemático de las zonas A, B y C del almacén, indicando la ubicación de racks (5A–5B, nivel 2) y la agrupación funcional de herramientas

Conclusiones Frente a las pérdidas por extravío de \$267 569,13 (6,6 % del inventario), este estudio aplicó la clasificación ABC a 484 herramientas para priorizar las más críticas (18 % de ítems que generan el 80 % del uso). Con base en esos hallazgos y apoyados en un tablero de Power BI, se reorganizó el almacén para mejorar la accesibilidad de las herramientas de mayor rotación, lo que ya ha permitido reducir las pérdidas en un 20 % y mejorar al 100% del conteo del inventario disponible. Estas acciones demuestran que el enfoque ABC, combinado con visualización de datos, cumple el objetivo de optimizar el control de inventario y sienta las bases para alcanzar, en fases sucesivas, la meta de disminuir hasta en 80 % los costes por herramientas extraviadas. Para mantener y potenciar estos beneficios, será necesario revisar y actualizar la clasificación cada uno o dos años, automatizar reportes a través del sistema digital y reforzar la señalización en estantes.

Agradecimientos. Agradecemos a la Universidad Anáhuac Mayab y a la empresa STEELEX por su apoyo en este proyecto.

Referencias.

1. Hernández, A., & Gómez, B. (2019). Transformación digital en Lean Manufacturing: aplicación de 5S con herramientas digitales. *Revista de Ingeniería Industrial*, 12(3), 45–58.
2. Ramírez, P. (2020). Clasificación ABC y su integración con sistemas Kanban. Centro de Estudios de Producción, Documento Técnico No. 7.
3. Microsoft. (2022). Quick Lean Audit – 5S Model App [Aplicación web]. Microsoft AppSource. <https://appsource.microsoft.com/lean-audit-5s-model>
4. García, L., Pérez, R., & Torres, S. (2021). Lean digital en la industria metalmecánica: caso de estudio. *Tecnología y Gestión*, 8(2), 102–117.



Selección de un método de optimización para el perfil de balor en un reactor Batch: Un enfoque práctico con MATLAB

Carballo Vázquez, Leilani Elizabeth, García Sigales, Bryand Javier, Zavala Carballo, Moisés de Jesús, Córdova Quiroz, Atl Víctor

Universidad Autónoma del Carmen, Campeche,
Av. Central S/N con Fracc. Mundo Maya CP. 24115 Tel. 38 110 18 ext. 1702 y 1703
(200376@mail.unacar.mx, bgarcia@pampano.unacar.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. La optimización es esencial para maximizar productividad y reducir recursos en procesos químicos, y en reactores batch el reto consiste en explorar un espacio de soluciones no lineal y multimodal donde los métodos clásicos, basados en derivadas, suelen quedar atrapados en óptimos locales [1,2]. Frente a esta complejidad, los metaheurísticos bioinspirados —como los algoritmos genéticos y PSO— han demostrado su eficacia para escapar de dichas trampas [3,4]. En este trabajo se desarrolló un robusto script en MATLAB que, tras formular y simular la función objetivo del reactor como un sistema de EDO, genera automáticamente superficies 3D y mapas de contorno, calcula derivadas numéricas y la matriz Hessiana para caracterizar continuidad, convexidad y multimodalidad. A partir de estos análisis, el código evalúa y compara diversas estrategias de optimización, seleccionando de forma automática el algoritmo más adecuado según criterios de convergencia, robustez y capacidad de exploración, lo que constituye una herramienta práctica, reproducible y escalable para la optimización de sistemas complejos.

Metodología. Se modeló un reactor batch ideal, adaptando un problema de la literatura [5], mediante un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs) que describen la evolución de las concentraciones, la temperatura y la tasa de transferencia de calor. Este modelo se implementó en MATLAB® utilizando un esquema de integración explícito de paso fijo (200 pasos de tiempo) para simular la dinámica del proceso. Posteriormente, se formuló la función objetivo (minimizar el inverso de la concentración final del producto) en función de dos parámetros adimensionalizados del perfil térmico. La topología de esta función se caracterizó mediante la generación de superficies 3D y mapas de contorno, el cálculo de derivadas numéricas y la matriz Hessiana, y la detección de óptimos locales. Este análisis permitió evaluar la continuidad, convexidad y multimodalidad de la función, fundamentando la selección del método de optimización más adecuado.

Resultados y Discusión. En la caracterización de la función objetivo del reactor batch, la superficie 3D (Fig. 1a) muestra una clara no convexidad con múltiples óptimos locales, mientras que el mapa de contornos con vectores de gradiente (Fig. 1b) resalta las direcciones de mayor descenso y la complejidad multimodal del espacio de búsqueda. Esta combinación de no convexidad y multimodalidad confirma la necesidad de emplear métodos de optimización global, ya que los métodos basados en gradientes convergerían prematuramente hacia alguno de estos múltiples óptimos locales.

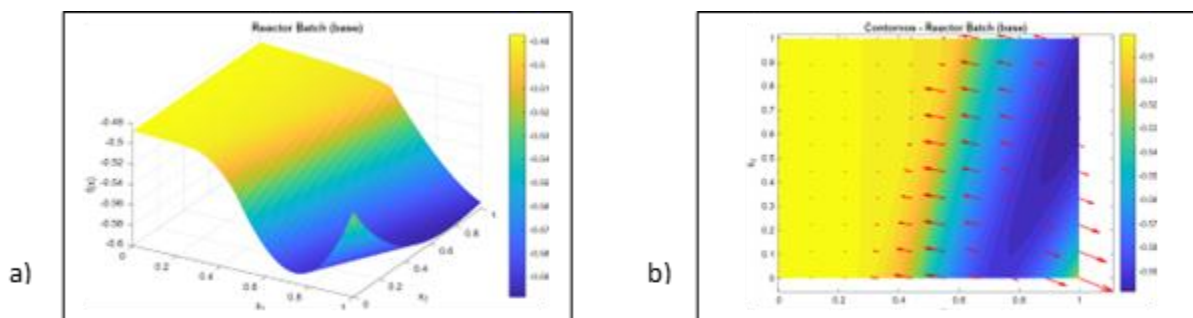


Fig. 1. a) Superficie de la función objetivo del reactor batch. b) Mapa de contornos y vectores de gradiente.

Conclusiones. El análisis revela que el espacio de búsqueda de la función objetivo del reactor batch es complejo, no convexo y está plagado de óptimos locales, lo que dificulta el uso de métodos clásicos de optimización. Para sortear estas “trampas” multimodales, resulta más efectivo emplear algoritmos globales —como PSO o genéticos— capaces de explorar de manera colectiva y escapar de falsos máximos. Los algoritmos de optimización global, como el de enjambre de partículas (PSO) o los genéticos, cuya estrategia de búsqueda se basa en una población diversificada, son necesarios para encontrar el óptimo global y garantizar un perfil térmico óptimo.

Agradecimientos. Se agradece a la Universidad Autónoma del Carmen por los recursos proporcionados. El autor de correspondencia agradece el apoyo de CONACYT (SECIHTY) mediante una beca de doctorado.

Referencias.

1. Alanis, A. Y., et al. (2018). Bio-inspired algorithms for engineering. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813788-8.00001-9>
2. Nath, R. (2024). Industrial process plants: Global optimization of utility systems. Walter de Gruyter.
3. Kookos, I. K. (2022). Practical chemical process optimization: With MATLAB® and GAMS®. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-11298-0>
4. Segovia-Hernández, J. G., y Gómez-Castro, F. I. (2017). Stochastic process optimization using Aspen Plus®. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315151385>
2. Segovia-Hernández, J. G., y Gómez-Castro, F. I. (2017). Stochastic process optimization using Aspen Plus®. Boca Raton, FL: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315151385>

Estudio sobre el flujo de trabajo y análisis de productividad para la estandarización y reducción de pérdidas en facturación logística, en la empresa F2F Transport

Chulim Caballero Carlos Xavier¹, Rios y Valles Stout Héctor Arturo², Vazquez Mayorga Vianney³, Morales Cruz Victor⁴

Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Universidad Anáhuac Mayab, Km. 15.5 Carretera Mérida-Progreso Int.
Km. 2 Carretera Chablekal. Mérida, Yucatán, 97310
(00434279@anahuac.mx¹, hector_rios@anahuac.mx²)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El presente estudio se centra en la empresa F2F Transport, subsidiaria de Max Trans Logistics, dedicada al transporte de carga en la costa este de EE.UU. y con oficinas base en Chattanooga, Tennessee y Mérida, Yucatán. Se identificaron ineficiencias significativas de comunicación entre los departamentos de Connect y Billing, generando cargas no facturadas, retrasos, y pérdidas financieras que ascienden a \$80,000 USD mensuales. El objetivo del trabajo es mejorar el proceso de facturación mediante la implementación de indicadores clave de desempeño (KPI) [1], análisis estadístico descriptivo [2], encuestas de satisfacción [3] e integración de la interfaz de McLeod, con la meta de reducir tiempos de facturación, estandarizar procesos y mejorar la retención de conductores. En adición, el proyecto busca disminuir la huella de carbono y optimizar el uso de los recursos de transporte al reducir los traslados innecesarios de los conductores. Durante la asignación de cargas, estos a menudo circulan sin destino en espera de una nueva ruta, lo que genera emisiones adicionales; de igual forma, las ineficiencias en facturación pueden obligarlos a regresar al punto de entrega para completar el papeleo correspondiente.

Metodología. La metodología DMAIC [4] fue utilizada para estructurar las fases del proyecto. En la fase "Definir", se realizó un Value Stream Mapping para identificar las fallas entre los departamentos de Connect y Billing, el análisis se enfocó en los 3 miembros que forman parte del departamento de Connect y su productividad. En "Medir", se recopilieron datos operativos durante ocho semanas, en donde se registró la cantidad de cargas procesadas por los miembros del departamento. "Analizar" implicó análisis estadísticos tanto descriptivos como inferenciales. En "Mejorar", se busca por medio de encuestas de satisfacción realizar cambios en las plataformas que se utilizan para el manejo de cargas no facturadas. Finalmente, "Controlar" busca la implementación de KPIs que distribuyan el trabajo y establezca estándares de productividad, así como una segunda ronda de encuestas y análisis estadístico para validar las mejoras y realizar ajustes.

Resultados y Discusión. Cabe recalcar que estos son los resultados obtenidos hasta el momento, sin embargo, se han logrado alcanzar algunos objetivos que se explican a continuación.

- Se logró analizar el flujo de trabajo actual a través del Value Stream Mapping el cual reveló que únicamente el 26.6% del tiempo total de procesamiento de cargas y facturación añade valor, con demoras críticas en documentación y entrada de datos.



- b) Se realizó un análisis descriptivo e inferencial de la productividad de los tres miembros del departamento de Connect. Este análisis mostró desequilibrios significativos de carga de trabajo: Revelando que uno de los miembros del equipo realiza el 64.21 % del trabajo de procesamiento con alta variabilidad ($CV = 25.2\%$) mientras que los otros dos miembros abarcaron una carga menor al 20 % pero con reducida variabilidad. Con estos resultados se propone redistribuir la carga de trabajo entre los tres miembros del equipo para mejorar la productividad y reducir errores en facturación. A continuación, se muestran las gráficas con los resultados obtenidos, se les preguntó a los miembros del departamento el uso de sus nombres por motivos de este estudio.

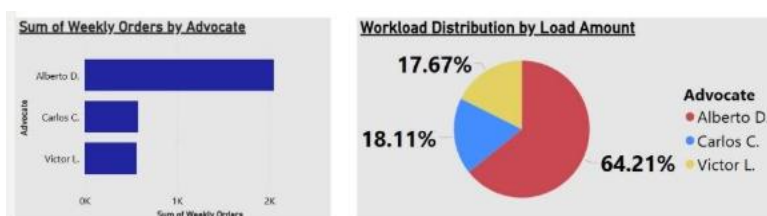


Fig. 1. Suma de Ordenes Semanales & Distribución de Carga de Trabajo

Conclusiones. Con los resultados obtenidos hasta el momento se buscará optimizar la distribución de cargas entre el personal del área de Connect, con el objetivo de mejorar sustancialmente la eficiencia del proceso de facturación, reducir el tiempo de resolución de cargas no facturadas y aumentar la satisfacción del cliente y de los conductores. El análisis Value Stream Mapping y estadístico evidenció oportunidades claras para eliminar tiempos muertos, con estos datos se podrán aplicar las herramientas subsecuentes tales como los KPIs y encuestas para monitorear y mejorar la satisfacción de los trabajadores en el proceso.

Agradecimientos.

Agradecemos a la Universidad Anáhuac Mayab por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

Referencias.

- Peterson, E. T. (2006). The big book of key performance indicators. Web Analytics Demystified.
- Cooksey, R. W. (2020). Illustrating statistical procedures: Finding meaning in quantitative data (3rd ed.). Springer Nature Singapore.
- Ulkhag, M. F., Wibowo, A., & Hidayat, N. (2021). Assessing customer satisfaction: A case in logistics service company: Jurnal Manajemen Indonesia, 21(2), 141-151.
- The Council for Six Sigma Certification. (2018). Six Sigma: A complete step-by-step guide. Harmony

Optimizar el flujo de producción por medio del sistema de costura Toyota en los módulos de ensamble en Operadora Ganso Azul

Valenzuela Leiva Gabriela, Restrepo Gómez Juan, Cruz Morales Víctor

Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac Mayab, Km 15.5, Carr. Mérida-Progreso. Mérida, Yucatán, 97302.
(gabriela.valenzuela@anahuac.mx, camilo.restrepo@anahuac.mx)

Área de incidencia: Productividad e Innovación Industrial

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La eficiencia operativa es crucial para fabricantes textiles como Operadora Ganso Azul (OGA), dedicada a la producción de uniformes con más de 1,000 variaciones. En 2011, OGA implementa el Sistema de Costura Toyota (TSS), derivado del Sistema de Producción Toyota (TPS), con el objetivo de reducir desperdicios y mejorar el flujo mediante líneas en U, flujo pieza a pieza y herramientas visuales como *Andon* y *bumping*. Sin embargo, la aplicación actual presenta deficiencias como el uso inconsistente de prácticas clave, supervisión débil, asignación inadecuada de tareas por falta de registros de competencias y largos tiempos muertos durante cambios de estilo, afectando productividad, calidad y tiempos de entrega. La propuesta se justifica en los beneficios comprobados del TSS, que puede aumentar la productividad hasta en 35%, reducir desperdicios en un 70% y elevar la calidad del producto. Las acciones contemplan identificar cuellos de botella, capacitar a los operadores para dominar al menos el 80% de sus tareas, fortalecer la supervisión activa, estandarizar los cambios de estilo y elaborar manuales específicos como soporte visual. El objetivo es implementar y optimizar el TSS en los módulos de ensamblaje de OGA para alcanzar una eficiencia en línea del 80–90% antes de octubre del 2025.

Metodología. La implementación del *Toyota Sewing System* (TSS) en OGA se diseñó como una estrategia integral de mejora continua basada en manufactura esbelta, adaptada a entornos modulares de alta variedad. La metodología combinó diagnóstico organizacional, estandarización de procesos clave y fortalecimiento de competencias operativas mediante matrices de habilidades. Se priorizó el uso de herramientas visuales como botones *Andon* y guías operativas para reforzar la trazabilidad y respuesta ante fallas. La capacitación multifuncional incrementó la flexibilidad y redujo interrupciones. El objetivo fue estabilizar la eficiencia modular (80–90 %), reducir inventario en proceso y mejorar la versatilidad operativa. Casos previos [1–2] respaldan la eficacia del TSS en contextos similares, mientras que en OGA se buscó consolidar un flujo continuo y sostenible con control visual y adaptabilidad.

Resultados y Discusión. Durante el 2025, se ha implementado parcialmente el TSS en dos módulos de ensamble de OGA. La estrategia prioriza el diagnóstico de habilidades y la capacitación operativa, logrando que los operadores dominen al menos el 70 % de las operaciones correspondientes a productos básicos. Este incremento en la polivalencia redujo los cuellos de botella y mejoró la continuidad del flujo de trabajo. Como se observa en el Cuadro 1, la eficiencia mínima se elevó y la variabilidad se redujo a la mitad. Sin embargo, persisten obstáculos técnicos que impiden la plena adopción del sistema. La Figura 1 muestra que los aditamentos mecánicos en las máquinas de coser interrumpen el flujo unitario, mientras

que la Figura 2 evidencia que los supervisores dedican tiempo a tareas operativas, limitando su función de monitoreo.

Cuadro 1. Impacto de la capacitación de los operadores

Métrica	Antes de la capacitación	Después de la capacitación	Cambio
% de operaciones conocidas por operador	22%	70%	+48%
Eficiencia mínima (%)	30%	67%	+37%
Eficiencia máxima (%)	110%	115%	+5%
Rango de eficiencia	80 puntos	40 puntos	Rango -50%

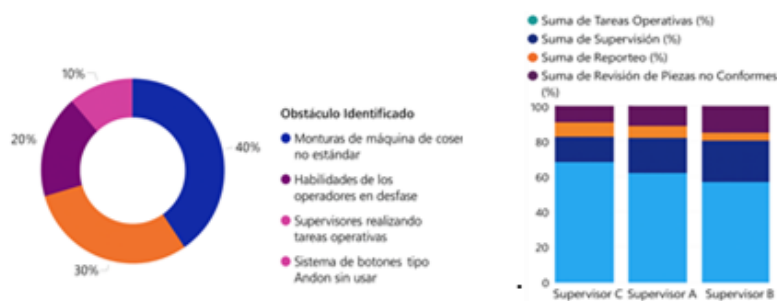


Fig. 1. a) Gráfico de anillos de las principales barreras para el cumplimiento de los TSS. b) Gráfico de barras de asignación de tiempo por actividad del supervisor.

Conclusiones. La implementación y optimización del Sistema de Costura Toyota en Operadora Ganso Azul ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y fortalecer la capacidad operativa de sus módulos de ensamblaje. Al alinear personas, procesos y herramientas bajo principios de manufactura esbelta, la empresa se encamina hacia un sistema más ágil, estandarizado y competitivo. La sostenibilidad de estos avances dependerá del compromiso continuo con la capacitación, supervisión activa y mejora constante.

Agradecimientos. Agradecemos a la empresa Operadora Ganso Azul por su colaboración y apertura durante el desarrollo de este proyecto, así como al Dr. Víctor Cruz Morales por su orientación.

Referencias.

- Chowdhury, M. M. H., Ferdousi, M. M., & Rahman, M. M. (2014). Application of Lean Manufacturing to Garment Industry: A Case Study on Men's Shirt Production Line. Proceedings of ICMIEE.
- Obeidat, M. S., Al-Aomar, R., & Pei, Z. J. (2014). Lean Manufacturing Implementation in the Sewing Industry. Journal of Enterprise Transformation. <https://doi.org/10.1080/19488289.2014.890980>



Tiempo de retención en un pasteurizador de doble tubo de escala laboratorio

Tzec Frias Erik Omar, Gijón Arreortúa Ixchel

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte, Kilómetro 33.5
Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, 97203
(Ixchel.gijon@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Un tratamiento térmico correcto requiere que el producto se mantenga durante un tiempo específico a la temperatura de pasteurización, esto se realiza en el tubo de retención. Su longitud y caudal se calculan de modo que el tiempo de retención sea igual al requerido por cada producto. Un control preciso del flujo es esencial, ya que el tubo de retención está dimensionado para un tiempo característico a un caudal dado. Por lo tanto, la combinación de temperatura y tiempo de conservación es fundamental, ya que determinara la intensidad del tratamiento. Por ejemplo, un tratamiento térmico intenso es deseable desde el punto de vista microbiológico. Sin embargo, este también conlleva el riesgo de efectos adversos en la apariencia, el sabor y el valor nutricional del producto [1]. Por lo cual, el objetivo de este trabajo fue determinar el caudal particular que permita garantizar tiempos de retención óptimos en un pasteurizador de escala laboratorio.

Metodología. El fluido empleado fue agua, en un pasteurizador de doble tubo marca Armfield®, modelo FT74T. El caudal volumétrico, Q , fue determinado mediante la medición del volumen obtenido en un minuto a diferentes velocidades de alimentación de la bomba expresados como porcentajes, v_F . Las temperaturas del producto de alimentación, el de la entrada al tubo de retención y de salida del pasteurizador fueron medidos mediante termopares. Para conocer el porcentaje de velocidad en el equipo que garanticen tiempos óptimos de pasteurización se consideraron procesos de 72 °C y 15 s, 80 °C y 18 s, 80 °C y 24 s, para ello se usó un tubo con una longitud total, L , de 1 m con un diámetro interno, D_i , de 7.3 mm. La velocidad promedio, v_{prom} dentro del tubo de retención, para los diferentes porcentajes fue calculada como $v_{prom} = 4Q/\pi D_i^2$. La ecuación usada para conocer los tiempos de retención fue $F_T = L/v_{prom}$. La longitud total fue considera como la suma de las conexiones y el tubo de retención.

Resultados y Discusión. El Q varia linealmente con la v_F en el pasteurizador, este comportamiento fue descrito por la Ecuación (1). Los tubos de retención en los pasteurizadores comerciales se diseñan en función del tiempo de retención requerido por el producto y la velocidad máxima, v_{max} , dentro del tubo, la cual dependerá del régimen de flujo calculado a partir del Número de Reynolds, N_{Re} . Esto supone considerar una tubería recta y larga como la presentada en los equipos industriales. Regularmente la condición de flujo presente en ellos es la turbulenta, pero los pasteurizadores a escala piloto suelen tener tubos cortos que pueden generar circulación secundaria, reduciendo la dispersión de los tiempos de residencia observándose un flujo laminar, por lo que, considerar la v_{max} en el cálculo del tiempo de retención en estos pasteurizadores sería erróneo como lo demostró Tamazula en 2004. El Cuadro 1 muestra



los F_T obtenidos a diferentes porcentajes de velocidades de alimentación usando la v_{prom} . Esto permitió verificar una L de 1 m. Los porcentajes de alimentación para los diferentes procesos empleados y su ejemplificación a procesos en la industria de alimentos son mostrados en el Cuadro 2.

$$Q = 2.75 \times 10^{-7} v_F - 8.99 \times 10^{-7} \quad (1)$$

Cuadro 1. Tiempos de retención a diferentes porcentajes de velocidad de alimentación.

$L = 1.0 \text{ m}; D_i = 7.3 \text{ mm}$				
v_F (%)	Q (m ³ /s)	v_{prom} (m/s)	N_{Re}	F_T (s)
9.8	1.7×10^{-6}	0.04	750	24.0
20.9	4.6×10^{-6}	0.11	1978	9.1
30.4	7.6×10^{-6}	0.18	3278	5.5
41.5	1.1×10^{-5}	0.25	4583	3.9
51.0	1.3×10^{-5}	0.31	5663	3.2
60.5	1.6×10^{-5}	0.38	6884	2.6
70.1	1.8×10^{-5}	0.44	7938	2.3
81.2	2.1×10^{-5}	0.51	9260	1.9
93.9	2.5×10^{-5}	0.59	10644	1.7

Cuadro 2. Porcentaje de alimentación para diferentes productos alimentarios.

Producto	F_T (s)	T (°C)	Q (m ³ /s)	v_F (%)
Leche	15	72	2.8×10^{-6}	13.4
Leche condensada desnatada	18	80	2.3×10^{-6}	11.7
Base para helado	24	80	1.7×10^{-6}	9.6

Conclusiones. Se determinó el caudal particular que permitió garantizar tiempos de retención óptimos en un pasteurizador de escala laboratorio para diferentes tiempos de retención. Esto permitió verificar que el uso de la v_{prom} en vez de la v_{max} , en el cálculo de la longitud de tubo de retención es adecuado en pasteurizadores de escala piloto, verificando una L de 1 m. La determinación tiempo de retención es muy importante y debe especificarse con precisión en la producción de alimentos en relación con su calidad como su apariencia, sabor y valor nutricional y sus requisitos microbiológicos.

Agradecimientos. A la FIQ-UADY por permitir el uso de sus instalaciones.

Referencias.

1. Bylund, G. (2015). *Dairy Processing Handbook* (Third). Tetra Pak Processing Systems AB.
2. Tomasula, P. M., & Kozempel, M. F. (2004). Flow Characteristics of a Pilot-Scale High Temperature, Short Time Pasteurizer. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 2761–2768.



Diagnóstico preliminar de los procesos comerciales y logísticos de la empresa abarrotera

Carrillo Guzmán Rodrigo, Monsreal Barrera Ileana Camila, Chamarro Rodríguez Braulio Daniel

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Inn, Perif. de Mérida Lic. Manuel Berzunza 13615, Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yucatán, 97203.
(a20215723@alumnos.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. Las unidades de comercio o canales tradicionales forman parte del comercio detallista con el mayor número de establecimientos que dan empleo en países de Latinoamérica, fomentando así la economía [1]. Las MiPyME representan un gran porcentaje del motor económico regional, pero enfrentan desigualdades frente a grandes cadenas como OXXO [2]. Las microempresas familiares, como las tiendas de abarrotes, son vitales para las comunidades, aunque carecen frecuentemente de estructura, financiamiento y tecnología [3]. El objetivo del presente trabajo explorar la situación actual de los procesos logísticos y comerciales de los micronegocios abarroteros de la ciudad de Mérida, Yucatán.

Metodología. Se utilizó un diseño de investigación cualitativa basado en revisión bibliográfica, elaboración de indicadores clave y el diseño de un instrumento para evaluar a micronegocios abarroteros y compararlos con una cadena de tiendas de conveniencia. Se recolectó información mediante entrevistas estructuradas, aplicando criterios de análisis inductivo y categorización temática para identificar fortalezas, debilidades y patrones comunes.

Resultados y Discusión. Actualmente el trabajo está en proceso y se ha diagnosticado sobre los procesos logísticos, comerciales y mercadológicos en los micronegocios abarroteros de Mérida, Yucatán. A través de entrevistas y encuestas basadas en indicadores clave de rendimiento “KPIs” se evaluaron los procesos. Se evidenció que los procesos logísticos se manejan de manera informal. La mayoría de los negocios no realiza mediciones sistemáticas, aunque sí evalúa de forma empírica variables como tiempo de entrega, precisión de pedidos o tiempos de ciclo. Aunque estos indicadores suelen asociarse a empresas que realizan entregas, en el caso de los micronegocios abarroteros se utilizan como mecanismos de control interno para evaluar el desempeño de sus proveedores. No obstante, cobran relevancia indicadores como el nivel de inventario disponible, frecuencia de reposición, rotación de productos o tasa de quiebre de stock, que inciden en la capacidad de oferta y demanda. En el ámbito comercial, algunas métricas como el gasto promedio por cliente se calculan sin el apoyo de tecnología. Variables como tasa de retención de clientes o número de visitantes no se miden formalmente. Desde lo mercadológico, existe ausencia de análisis de indicadores como retorno de inversión de las estrategias o costo de adquisición de clientes. Las promociones se aplican sin evaluación posterior. El uso de redes sociales es limitado. Estos hallazgos revelan la existencia de una brecha significativa entre la operatividad actual de los negocios abarroteros y las prácticas estratégicas de cadenas más grandes, como OXXO. De acuerdo con



Bellamy, Dhanorkar y Subramanian (2020), en micronegocios, la implementación progresiva de sistemas de monitoreo y control puede traducirse en una ventaja competitiva importante [4].

Cuadro 1. Resultados de las encuestas sobre Indicadores Logísticos, Comerciales y Mercadológicos en Micronegocios Abarroteros. La escala utilizada va del 1 al 5, donde 5 representa la mayor frecuencia o nivel de aplicación del indicador y 1 representa la menor frecuencia o nula aplicación.

KPIs	Micronegocio 1	Micronegocio 2	Micronegocio 3
<i>PROCESOS LOGISTICOS</i>			
Entregas a tiempo	5	2	2
Precisión de pedidos	4	3	1
Tiempo de entrega	3	2	1
Rotación de inventario	5	3	3
Tiempo de ciclo del pedido	4	2	2
<i>PROCESOS COMERCIALES</i>			
Tasa de conversión	1	2	1
Valor promedio de transacción	1	3	2
Tasa de retención de clientes	4	2	1
Afluencia de clientes	1	1	4
<i>PROCESOS MERCADOLÓGICOS</i>			
Retorno de Inversión en Marketing	4	1	1
Costo de adquisición de clientes	1	1	2
Valor del ciclo de vida del cliente	1	4	2
Interacción en redes sociales	1	3	3
Puntuación neta de promotores	3	3	3

Conclusiones. En general, la gestión es empírica e informal, se atienden los aspectos más visibles de la operación diaria. Sin embargo, se ignoran indicadores que requieren un seguimiento formal.

Esto revela una necesidad de adopción de prácticas formales y uso sistemático de KPIs que permitan mejorar la rentabilidad y eficiencia del negocio. El uso de herramientas tecnológicas para la medición y la evaluación de estrategias. Para fortalecer la competitividad, también se sugiere enfocarse en la capacitación y la implementación de herramientas de medición en la gestión comercial y logística.

Referencias.

1. Rojas, K.K. González-Silva, M.C. (2019). *Los Canales de Distribución Comercial en Productos de Consumo Masivo*. Revista Apuntes de Administración, 4 (1), (68-80).
2. Regalado, R. (2007). *Las MIPYMES en Latinoamérica Estudios e Investigaciones en la Organización Latinoamericana de Administración*. https://www.researchgate.net/publication/259758594_Las_MIPYMES_en_Latinoamerica_Estudios_e_Investigaciones_en_la_Organizacion_Latinoamericana_de_Administracion
3. Niehm, L.S., Tyner, K., Shelley, M.C. *et al.* Technology Adoption in Small Family-Owned Businesses: Accessibility, Perceived Advantage, and Information Technology Literacy. *J Fam Econ Iss* 31, 498–515 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10834-010-9197-0>
4. Bellamy, M. A., Dhanorkar, S., & Subramanian, R. (2020). Administrative environmental innovations, supply network structure, and environmental disclosure. *Journal Of Operations Management*, 66(7-8), 895-932. <https://doi.org/10.1002/joom.1114>



Identificación de mecanismos de falla en materiales compuestos de HDPE reforzado con fibra de henequén mediante monitoreo de emisión acústica: influencia de la modificación superficial de la fibra

Anaya Ramírez Roberto Carlos^a, Ríos Soberanis Carlos Rolando^a, Herrera Franco Pedro Jesús^b

^aCentro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo; CP 97205, Mérida, Yucatán, México.

^bUNEXMAR, Universidad Marista de Mérida, Periférico Norte; Tablaje catastral 13941, Carretera Mérida-Progreso, C.P. 97300 Mérida, Yucatán, México.
(robertoanaya03@gmail.com)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. Las fibras lignocelulósicas se han consolidado como refuerzo en compuestos poliméricos por sus propiedades mecánicas y ventajas sobre las fibras sintéticas. El desempeño mecánico y la fractura de estos materiales dependen en gran medida de la calidad de la interfase fibra/matriz [1]. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de las propiedades de la interfase, como resultado de un tratamiento superficial controlado de las fibras naturales, sobre el comportamiento de un compuesto de matriz polimérica dúctil bajo carga cuasiestática y carga dinámica. Además, con el fin de clasificar los mecanismos de fractura presentes durante el proceso de daño, se empleó la técnica de Emisión Acústica. Con base en la respuesta acústica (amplitud, magnitud de la energía liberada y tiempo de llegada) [2], las señales fueron analizadas estableciendo un algoritmo para cada evento acústico y determinando la contribución de cada señal según los diferentes niveles de adhesión interfase fibra/matriz.

Metodología. El material termoplástico usado como matriz fue polietileno de alta densidad (HDPE). Con una densidad de 0.9435 g/cm³ (ASTM D-792-86), como refuerzo se emplearon fibras de henequén con un diámetro de 180 µm aproximadamente, se utilizaron fibras cortas de 10 mm y 15 mm de longitud. Las modificaciones realizadas a las propiedades fisicoquímicas de la superficie de la fibra, por medio de tratamientos alcalinos y agentes de acoplamiento tipo silano, para mejora en la interacción de fibra con la matriz, [1-2] lo que mejora la resistencia mecánica e incluso ofrece resistencia a la absorción de agua. Los compuestos se obtuvieron por mezclado en fundido y las muestras se emplearon del tipo IV para las caracterizaciones conforme al estándar ASTM D 638-14.

Resultados y Discusión. Los resultados de las pruebas de esfuerzo mecánico indican que la resistencia interfacial aumentó ligeramente más del 30 % al cambiar de una interacción mecánica a una interacción química fibra/matriz. Se observaron diferencias claras, como efecto de la mejora de la interfase, en las micrografías obtenidas de las zonas fracturadas de los compuestos. En las fibras sin tratamiento y en aquellas tratadas con solución de NaOH se identificaron sectores con fallas de tipo “pull-out”. Por otro lado, en las fibras tratadas con silano se observaron fallas por desgarro y corte de la matriz. Según la caracterización por Emisión Acústica (EA), los compuestos de fibras sin tratamiento mostraron un mayor

número de fallas interfaciales y señales de fricción interna en comparación con los tratados con silano, ya que este tratamiento dio lugar a la generación de un material compuesto con mayor resistencia. Durante el proceso de falla, las grietas se propagan perpendicularmente a la dirección de la carga, generando diversos eventos mecánicos detectados por EA. Los mecanismos de fractura identificados durante la iniciación del daño y la evolución de las grietas son: aparición de micro fisuras principalmente en las zonas más débiles de la interfase, provocando fricción y deslizamiento entre las fibras y la matriz.

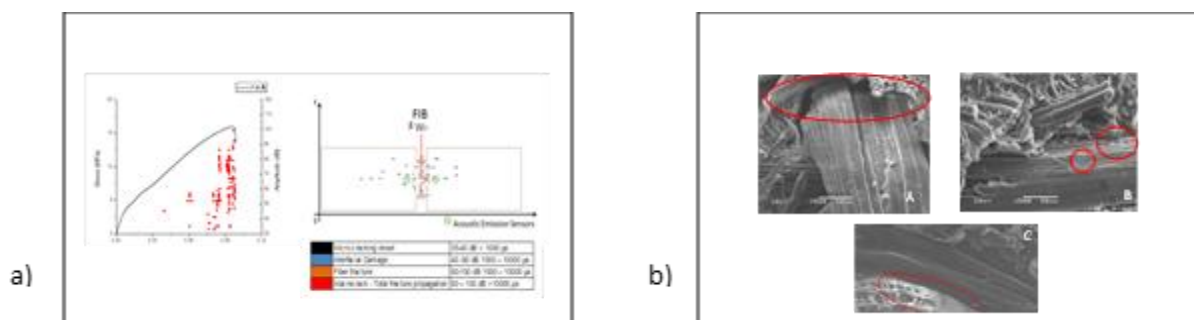


Fig. 1. a) Curvas esfuerzo-Deformación de los compuestos asistidas con la técnica de E.A. y correlación de mecanismos de falla, b) Micrografías SEM de las superficies de fractura de los compuestos.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos superficiales a las fibras de henequén.

Material	Descripción del tratamiento superficial
FIB	Fibras sin tratamiento superficial.
FIBNA	Fibras tratadas en solución de hidróxido de sodio.
FIBNASIL	Fibras tratadas con NaOH y silano.

Conclusiones. El tratamiento superficial con silano mejora significativamente la resistencia interfacial y modifica los mecanismos de fractura en compuestos HDPE-fibra de henequén, reduciendo las fallas por “pull-out” y la fricción interna, y favoreciendo modos de falla más cohesivos en la matriz, lo que se traduce en un mejor desempeño mecánico, la técnica de Emisión Acústica permitió identificar y monitorear en tiempo real los mecanismos de falla durante la aplicación de cargas.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la concesión del apoyo de la beca 488034 otorgada al Dr. Roberto Carlos Anaya-Ramírez.

Referencias.

- Herrera-Franco P., Valadez-González A., (2005) A study of the mechanical properties of short natural-fiber reinforced composites. *Comp. Part.: eng.* **vol** (36): 597-608.
- Anaya-Ramírez R., Ríos-Soberanis C., Herrera-Franco P. (2022) Effect of fiber surface treatments in HDPE-henequen short fiber-reinforced composites: Static characterization and fatigue. *J Mater Sci.* **vol** (57): 15762–15776.

Consumo de energía, propiedades físicas y de flujo en la molienda de alimentos

Perez Hernandez Rubicelia, Coyoc Noh Kenya, Gijón Arreortúa Ixchel

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

Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán, 97203

(ixchel.gijon@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La cantidad de energía necesaria para fracturar un alimento está determinada por su dureza y tendencia a agrietarse, así como por la distribución y la intensidad de la tensión aplicada por la herramienta de molienda. Alimentos duros presentan menos líneas de debilidad y, por lo tanto, requieren más energía para crear fracturas. La molienda puede ser caracterizada por el consumo de energía ya que esta determina los costos operativos [1,2]. El objetivo de este trabajo fue determinar en un molino de palas el consumo de energía, las propiedades físicas y de flujo de la reducción de tamaño de diferentes alimentos.

Metodología. Molino de chuchillas (Mini100, Pulvex). Los alimentos molidos fueron: canela (C), orégano (O), pimienta (P) y garbanzo (G). El contenido de humedad (H%) se determinó por el método gravimétrico. La densidad a granel (ρ_b) se calculó como la masa por unidad de volumen. La densidad de la partícula (ρ_p) se evaluó por el método del picnómetro de líquido. La densidad compactada (ρ_c) se midió como el cambio de volumen provocado por la agitación de una masa de polvo. Los valores de porosidad se obtuvieron con $\varepsilon = (\rho_p - \rho_b) / \rho_p$. El tamaño de partícula (D_{50}) fue determinado mediante tamizado con un RO-TAP® con 6 tamices (75 μm a 850 μm). La forma de la partícula se observó en un microscopio electrónico de barrido (objetivo 200x). El ángulo de reposo (α) se consideró como aquel formado entre la horizontal y la pendiente de una pila de polvo de altura h y radio r . El consumo de energía se determinó con $E = (P_c - P_0) / T$, donde T es la velocidad de alimentación al molino, para el cálculo de la potencia (P) se midió la intensidad de corriente al encendido del equipo y durante la molienda con un Multímetro de gancho usando la ecuación $P = VI$. Análisis estadístico ANOVA.

Resultados y Discusión. El Cuadro 1 muestra que los alimentos molidos fueron materiales con bajo contenido de humedad. Los valores de ρ_b mayores los presentaron la pimienta y el garbanzo molido, este comportamiento se explica por la forma de la partícula, materiales duros y vitreos sometidos a molienda generan partículas irregulares y de baja esfericidad (Fig. 1c), lo cual corresponde a bajas porosidades. Por el contrario, materiales fibrosos como la canela y el orégano molidos cuya forma es filamentosa (Fig. 1a), generan más espacios vacíos, ocasionando mayor porosidad, por lo tanto, menor ρ_b . La ρ_c presentó el mismo comportamiento. El tamaño de partícula, D_{50} , fue mayor a 100 μm en todos los alimentos, clasificándolos como sólidos granulares, esto generó ángulos de reposo entre 20 – 40 ° lo cual indica propiedades de flujos regulares. El IC clasificó a los polvos con una fluidez regular. En la Fig. 2 se observa que orégano presenta la mejor distribución de partícula, la distribución más irregular fue mostrada por el

garbanzo, todas presenta polidispersidad. El Cuadro 2 presenta el consumo de potencia y la energía empleada en la molienda, la pimienta que es un material duro presenta el valor más alto, los otros tres alimentos no presenta diferencia significativa.

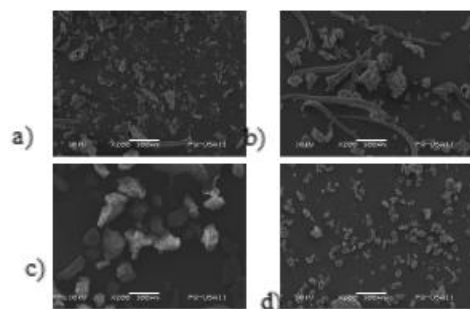


Fig. 1. Micrografía de partículas: a) canela, b) oregano, c) pimienta, d) garbazo, objetivo 200x.

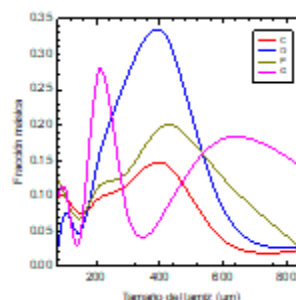


Fig. 2. Distribución del tamaño de partícula

Cuadro 1. Propiedades físicas y de flujo.

Material	H (%)	ρ_b (kg/m ³)	ρ_T (kg/m ³)	ρ_p (kg/m ³)	ϵ	D ₅₀ (µm)	α (°)	IC (%)
C	10.4 ± 0.1	347.1 ± 1.1 ^a	411.5 ± 2.9 ^a	1059.9 ± 10.7 ^a	0.70	146 ^a	30.1 ± 1.2 ^a	17.7 ± 1.9 ^a
O	11.7 ± 0.1	289.0 ± 5.6 ^b	405.3 ± 5.9 ^b	1157.6 ± 14.4 ^b	0.75	393 ^b	20.1 ± 1.5 ^b	14.0 ± 1.1 ^b
P	10.0 ± 0.1	557.7 ± 3.4 ^c	740.3 ± 1.0 ^c	1211.9 ± 16.9 ^c	0.56	287 ^c	39.9 ± 1.9 ^c	18.0 ± 0.9 ^c
G	10.8 ± 0.1	559.0 ± 9.9 ^d	729.1 ± 9.0 ^d	1003.8 ± 13.5 ^d	0.58	292 ^d	31.3 ± 2.1 ^d	22.3 ± 2.1 ^d

Cuadro 2. Consumo de potencia y energía en la molienda.

Muestra	P (W)	E (Wh/kg)
C	126.0 ^a	95.4 ^a
O	114.0 ^a	122.7 ^b
P	300.0 ^b	26.1 ^a
G	174.0 ^a	17.4 ^a

Conclusiones. Los materiales fibrosos generan más espacios vacíos respecto a los materiales duros y vitreos generando valores de ρ_b más bajos y altas ϵ , es decir ocupan más volumen en su almacenamiento. Las fuerzas de impacto del molino de palas generan distribuciones de tamaño y formas de partículas irregulares. El mayor consumo de potencia lo presentó el material duro.

Agradecimientos. Dr. Alberto Tecante de la FQ UNAM por el análisis de microscopía electrónica de barrido y a la FIQ UADY por el uso de sus laboratorios.

Referencias.

1. Fellows P. (2017). Size reduction. En: Food Processing Technology. Kuhl M. (4 ed.). Woodhead Publishing, Reino Unido, 293.
2. Fitzpatrick, J. (2013). Powder properties in food production systems. En: Handbook of Food Powders. Bhandari, B., Bansal, N., Zhang, M., Schuck, P. (Eds.). Woodhead Publishing Limited, Philadelphia.

Diagnóstico de la problemática del tren de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil

Bello-Aguilar Alix Marely, Castañeda-Pérez Eduardo

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

Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, C.P. 97203. Mérida, Yucatán.

(al1003362@alumnos.uady.mx, eduardo.castaneda@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Cartel Presencial

Introducción. La superpoblación, la expansión agrícola, el mal uso del agua, la industrialización y la urbanización afectan la cantidad y calidad del agua disponible. Se espera que para 2025, alrededor de 4 mil millones de personas no tengan acceso a agua potable [1]. Por ello, es vital mejorar la calidad del agua para un estilo de vida sostenible. La industria textil juega un papel fundamental en las actividades diarias y contribuye a satisfacer las necesidades de la vida humana. Sin embargo, en el sistema de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil se ha detectado que la eficiencia del sistema del biorreactor de membranas (MBR) ha disminuido generando un cuello de botella que limita el caudal tratado, afectando el reúso del agua, así como acelerando su deterioro prematuro. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es elaborar el diagnóstico de la problemática del tren de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil utilizando herramientas de calidad para la identificación de las áreas de oportunidad.

Metodología. Se aplicó la herramienta del diagrama causa – efecto (Diagrama de Ishikawa) mediante el método de las 6 M que consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente [2]. Para obtener estas causas se recolectó información mediante entrevistas, revisión de la operación y experiencia de personal para identificar cada una de las M.

Resultados y Discusión. En la figura 1 se muestra el diagrama de Ishikawa del diagnóstico del tren de tratamiento de una planta de aguas residuales de una empresa textil, en la cual se encontró que la deficiencia del proceso de MBR se focaliza en la calidad de agua a la entrada de este proceso. Tras determinar la causa más importante, ésta se analiza con mayor detalle mediante un diagrama de Ishikawa de segundo nivel. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con lo reportado por Castro et al. (2016)[3], donde identificaron las causas de los impactos ambientales negativos de los procesos operativos de una empresa de recuperación de materias primas y se implementó un procedimiento para gestionarlos.

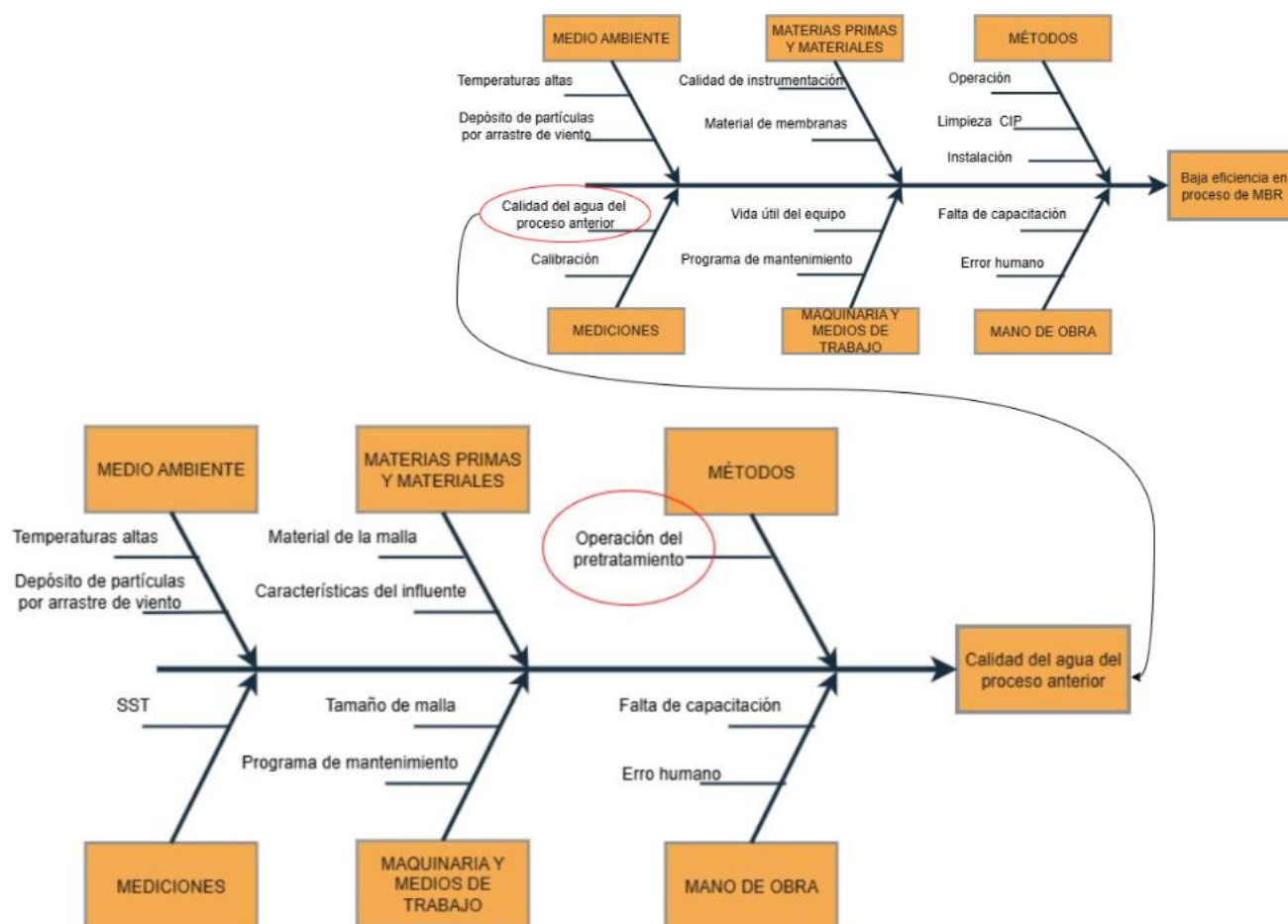


Fig. 1. Diagrama de Ishikawa para el diagnóstico de la problemática en el tren de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil. SST (sólidos suspendidos totales).

Conclusiones. El diagnostico obtenido mediante la herramienta de causa-efecto determino que el área de oportunidad se encuentra en el proceso de pretratamiento en el cual el problema se debe a la calidad de agua que afecta al siguiente proceso.

Referencias.

1. J. Kumar, M. Choudhary, P. K. Dikshit, y S. Kumar, (2024) Recent advancements in utilizing plant-based approaches for water and wastewater treatment technologies. Cleaner Water. **vol** (2): pág. 100030, doi: 10.1016/j.clwat.2024.100030.
2. K. Ishikawa, (1995) What is total quality control?: The Japanese way. Prentice Hall.
3. D. Castro, O. Tejeda, y O. Gutiérrez, (2016) Procedimiento para la gestión de los impactos ambientales negativos asociados a la recuperación de materias primas en Cienfuegos, Cuba. Revista Infociencia. **vol.** (20): pág. 1–12.



Diagnóstico de los procesos de manufactura para la reducción del lead time en una empresa textil

Pérez Ortiz Carolina Isabel, Gudiño González Guillermo Rafael, Martínez Isidro Paulina, López Flores Rene

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, 97203.

(caroperez0806@gmail.com, rene.lopez@correo.uady.mx)

Área de incidencia: Productividad e innovación industrial

Modalidad solicitada: Oral Presencial

Introducción. El sector de la industria de manufactura en México es de gran relevancia ya que contribuye fuertemente al desarrollo de la economía nacional. Sin embargo, en el año 2023, en comparación con el año anterior, el PIB de la industria textil tuvo una caída del 8.4 % [1]. Frente a un escenario complejo por la competencia con China en este sector, y también después de las afectaciones por la pandemia del COVID-19, las empresas enfrentan retos para contar con procesos de manufactura eficientes. La problemática que se abordan en el presente está relacionada con el lead time o tiempo de entrega. Para [2], el lead time es el tiempo que transcurre desde que se introduce una orden en el sistema hasta que el cliente recibe su pedido y es clave para la gestión de inventarios y entregas. En este sentido el lead time, es un factor crítico en los procesos de manufactura de la cadena de suministro, especialmente para una empresa maquiladora de ropa. La empresa caso de estudio presenta variaciones significativas en su tiempo de entrega debido a retrasos en la producción. En consecuencia, el objetivo del presente trabajo es elaborar un diagnóstico que identifique las ineficiencias que afectan los procesos de manufactura en una industria textil.

Metodología. El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se apoya en la recolección y análisis de datos medibles para evaluar el impacto de las ineficiencias. Se proponen herramientas como el mapa de flujo de valor (en inglés VSM) para identificar actividades que no agregan valor y cuantificar los tiempos de proceso. La unidad de análisis corresponde al proceso de producción de una empresa textil localizada en Tixkokob, Yucatán, particularmente en los procesos de corte, subensamble, costura y empaque. La Figura 1 presenta un diagrama con los pasos de la metodología.



Figura 1. Diagrama de la metodología

Resultados y Discusión. El análisis de datos históricos del año 2023 reveló un lead time promedio de 11.22 días, excediendo la meta corporativa de ≤ 10 días. Con la notación BPMN se documentó el flujo del

proceso lo que permitió identificar zonas críticas con acumulación de inventario, tiempos muertos y cuellos de botella. Se elaboró el mapa de estado actual (ver Figura 2), para visualizar las interacciones dentro del sistema y los puntos en los que se generan desperdicios o ineficiencias.

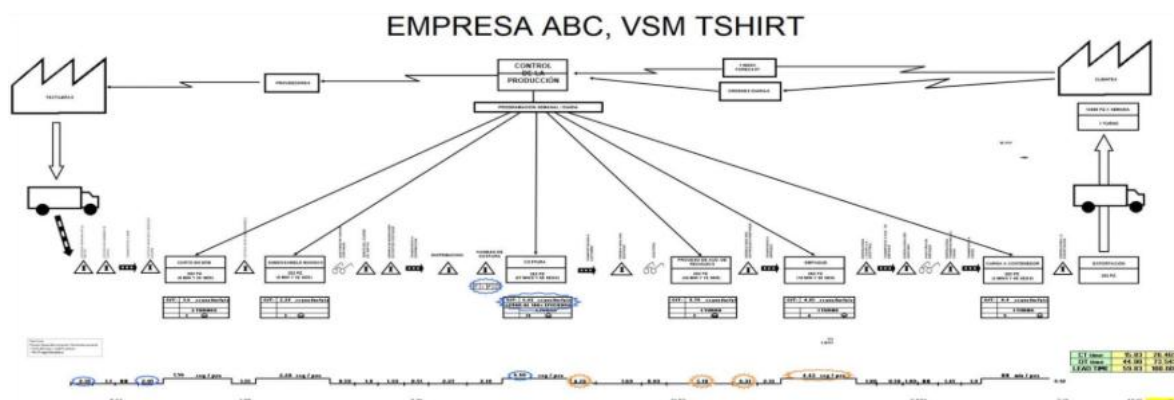


Figura 2. Mapa de flujo de valor (VSM)

El análisis del VSM revela un importante desbalance entre procesos. Las operaciones de costura (6.66 s/pza.) y auditoría de rechazos (5.78 s/pza.) presentan los mayores tiempos de ciclo, mientras que procesos como corte (1.56 s/pza.), subensamble (2.28 s/pza.) y carga al contenedor (0.9 s/pza.) son significativamente más rápidos. Una de las problemáticas más relevantes detectadas fue el excesivo tiempo de espera entre procesos. Para comprender las causas subyacentes de estos tiempos de espera se aplicó la metodología del diagrama de causa-efecto (Ishikawa), utilizando la categorización clásica de las 5Ms: Método, Mano de obra, Materiales, Maquinaria y Medición. Se observó que la falta de sincronización (alimentación oportuna) del producto terminado desde costura hacia el área de empaque es una de las causas críticas que afectan el lead time de la empresa.

Conclusiones. Se identificaron las causas críticas que afectan la eficiencia del proceso. Con la herramienta VSM se determinó en que partes del proceso se presentan los tiempos de espera excesivos. El estudio sirve como base para aplicar herramientas de manufactura esbelta que hagan eficiente los procesos y se reduzcan el lead time de acuerdo con los parámetros que tiene establecidos la empresa.

Agradecimientos. A la empresa caso de estudio por las facilidades para realizar el estudio. Debido a cuestiones de confidencialidad se omite su nombre.

Referencias.

1. INEGI. 2024. Conociendo la industria textil y de la confección. Colección de estudios sectoriales y regionales. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_e_struc/889463918141.pdf
2. Nayak, R. (2022). Lean supply chain management in fashion and textile industry. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-19-2108-7>



Mensaje de Cierre

Más allá de las cifras y los hallazgos presentados en estas páginas, el verdadero valor de este encuentro reside en el diálogo y la sinergia establecida entre colegas. Al concluir esta edición, nos llevamos no solo nuevos conocimientos, sino también el compromiso de seguir fortaleciendo nuestra red académica. Que estas memorias sirvan como recordatorio de que el avance científico es, ante todo, una construcción colectiva.

Comité Organizador