

Sociedad Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada A. C.

UV-CA-411 Matemáticas Aplicadas Para el Análisis de Procesos

UV-CA-503 Ingeniería de Procesos Químicos y Biológicos

*Libro de resúmenes del*

# XI Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada



20 al 22 de septiembre **2023**

**Xalapa, Veracruz, México.**



UNIVERSIDAD VERACRUZANA





# XI-SNIQBA

**Simposio Nacional de Ingeniería  
Química y Bioquímica Aplicada**



**Simposio de  
Ingeniería de Procesos**



**Del 20 al 22 de septiembre 2023  
Facultad de Ciencias Químicas  
Campus Xalapa**

## **SOBRE EL SNIQBA**

El Simposio Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada (SNIQBA) nace de la inquietud de varios cuerpos académicos con intereses afines pertenecientes a diferentes Instituciones de Educación Superior del País, como son la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y la Universidad Autónoma de Coahuila. Dicho evento se realizó durante 8 años consecutivos entre el 2012 y 2019, viéndose obligado a interrumpirse por efectos de la contingencia sanitaria por COVID en el año 2020, para posteriormente realizar el evento de manera virtual los años 2021 y 2022. Se tiene la intención de continuar su consolidación y que más instituciones se sumen con su participación en eventos anuales venideros presenciales.

El Simposio tiene la finalidad de ser un foro nacional para compartir y difundir los aspectos más relevantes de la investigación, realizada por reconocidos expertos, en el área de Ingeniería Química e Ingeniería Bioquímica y ciencias afines; así como compartir las experiencias de investigación entre los integrantes de los CA co-organizadores y participantes para crear redes de intercambio académico y de colaboración. De igual manera, se busca promover el contacto entre estudiantes de los distintos niveles educativos con profesionales, como una estrategia para garantizar la calidad de su educación, que se refleje en su desempeño profesional en los diversos ámbitos laborales de inserción de los egresados y fomente el desarrollo de la ciencia e investigación básica, de frontera y aplicada.

Derivado del Simposio es que en Febrero de 2017 queda registrada ante notario público en la ciudad de Apizaco Tlaxcala, México, la Sociedad Nacional de Ingeniería Química y Bioquímica Aplicada, A. C. (SNIQBA A.C.); sociedad integrada por cuerpos académicos de las Universidades Autónoma de San Luis Potosí, Autónoma de Coahuila, Autónoma de Tlaxcala, Autónoma de Tamaulipas y Veracruzana.

Para este año 2023, la organización de nuestro evento número XI correspondió a los Cuerpos Académicos UV-CA-411 Matemáticas Aplicadas Para el Análisis de Procesos y UV-CA-503 Ingeniería de Procesos Químicos y Biológicos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana – Región Xalapa.

### **Comité Organizador:**

**Presidente:** Dr. Víctor Manuel Rivera Arredondo – UV

**Secretario:** Dr. Eliseo Hernández Martínez – UV

**Tesorera:** Dra. Shirley Carro Sánchez – UATx

**Divulgación:** MIA Jorge Arturo Romero Bustamante (UAM)

**Diseño, Imagen y Logística:** IQ. Itzel Castro López (UV)

### **Responsables de Áreas Temáticas:**

- Alimentos:** Dra. Rocío de los Ángeles García Hernández – UV  
Dr. César Roldán Cruz – UV
- Ambiental:** Dra. Saraí Alejandro Hernández – UJAT  
Dra. Bertha Ma. Rocío Hernández Suárez – UV  
Dr. Rafael Gómez Rodríguez – UV  
Dr. Víctor Manuel Ovando Medina – UASLP
- Bioprocesos:** Dra. Yolanda Cocotle Ronzón – UV  
Dr. Antonio Lara Musule – UV  
Dr. Epifanio Morales Zarate – UV
- Materiales:** Dr. Miguel Ángel Corona Rivera – UASLP  
Dra. Lorena Farias Cepeda – UAdeC  
Dr. Ernesto Oyervides Muñoz – UAdeC
- Procesos:** Dr. David Guerrero Zarate – UJAT  
Dra. Jazael G. Moguel Castañeda – UV  
Dr. Miguel Ángel Morales Cabrera – UV  
Dra. Lucero Rosales Marines – UAdeC
- Sustentabilidad Energética:** Dr. Isidro Palos Pizarro – UAT  
Dra. Nancy Verónica Pérez Aguilar – UAdeC

## **COMITÉ REVISOR XI-SNIQBA**

Ana Korina Díaz García – UV

Rocío de los Ángeles García Hernández – UV

Antonio Lara Musule – UV

Cesar Roldan Cruz – UV

Eliseo Hernández Martínez - UV

Epifanio Morales Zarate – UV

Ernesto Oyervides Muñoz – UAdeC

Filiberto Martínez Martínez – UV

Héctor Hernández García – UV

Hugo Pérez Pastenes – UV

Jazael Moguel Castañeda – UV

Laura Acosta Domínguez – UV

Lorena Farías Cepeda – UAdeC

Mario R. Giraldi Díaz – UV

Miguel Ángel Corona Rivera – UASLP

Miguel Ángel Morales Cabrera – UV

Oscar Velázquez Camilo – UV

Rafael Gómez Rodríguez – UV

Samuel García Díaz – UV

Sara Núñez Correa – UV

Shirley Carro Sánchez – UATx

Teresa Leal Ascencio – UV

Víctor M. Rivera Arredondo – UV

Yolanda Cocotle Ronzón – UV

Zaira Domínguez Esquivel – UV

**Presidente**

Dr. Víctor Manuel Ovando Medina  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
[victor.ovando@uaslp.mx](mailto:victor.ovando@uaslp.mx)

**Secretaria**

Dra. Lucero Rosales Marines  
Universidad Autónoma de Coahuila  
[lucero\\_rosales@uadec.edu.mx](mailto:lucero_rosales@uadec.edu.mx)

**Tesorera**

Dra. Shirley Carro Sánchez  
Universidad Autónoma de Tlaxcala  
[shirley.carro@uatx.mx](mailto:shirley.carro@uatx.mx)

**Miembros**

Dra. Elsa Cervantes González  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
[elsa.cervantes@uaslp.mx](mailto:elsa.cervantes@uaslp.mx)

Dr. Isidro Palos Pizarro  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
[ipalos@docentes.uat.edu.mx](mailto:ipalos@docentes.uat.edu.mx)

Dra. Lorena Farías Cepeda  
Universidad Autónoma de Coahuila  
[lorenafarias@uadec.edu.mx](mailto:lorenafarias@uadec.edu.mx)

Dr. Miguel Ángel Corona Rivera  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
[miguel.corona@uaslp.mx](mailto:miguel.corona@uaslp.mx)

Dra. Nancy Verónica Pérez Aguilar  
Universidad Autónoma de Coahuila  
[nancyperez@uadec.edu.mx](mailto:nancyperez@uadec.edu.mx)

Dr. Víctor Manuel Rivera Arredondo  
Universidad Veracruzana  
[vicrivera@uv.mx](mailto:vicrivera@uv.mx)

# Índice 1-5

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
ALI_02	ENRIQUECIMIENTO DE UN ACEITE DE OLIVA CON CAROTENOIDES DE PIMIENTO ROJO ( <i>Capsicum Anuum L.</i> ) POR MACERACIÓN ENZIMÁTICA	1
ALI_03	ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS FÍSICO QUÍMICOS QUE SE PRESENTAN EN UNA INFUSIÓN AL VARIAR LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	2
ALI_04	SOLUBILIDAD Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE PROTEINA DE <i>Pomacea flagellata</i> POR EFECTO DEL pH	3
ALI_05	EXTRACTOS DE HOJAS DE CANAVALLA Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	4
ALI_06	OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DEL CONCENTRADO PROTEICO DEL FRIJOL BAYO ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	5
ALI_07	EVALUACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE CHAYOTEXTLE ADICIONADAS CON ACEITE DE ROMERO Y CANELA	6
ALI_10	EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE COCCIÓN SOBRE LOS COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN CHILACAYOTE ( <i>Cucurcurbita ficifolia</i> BOUCHÉ) INMADURO	7
ALI_11	ESTUDIO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE MAIZ NIXTAMALIZADA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE TORTILLAS	8
ALI_12	ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DEL FRUTO INMADURO DE <i>CUCURBITA FICIFOLIA</i> BOUCHÉ	9
ALI_15	ANÁLISIS MULTIVARIADO DE CHILES SECOS COMERCIALES DE OAXACA BASADO EN COLOR, PROTEÍNA, AZÚCARES REDUCTORES Y SÓLIDOS SOLUBLES	10
ALI_16	DESARROLLO DE UNA CREMA COMESTIBLE DE AVELLANA, ALMENDRA, AMARANTO Y QUERCETINA	11
ALI_17	INFLUENCIA DEL USO DE HIERBA MORA SOBRE LA EXPANSIÓN Y EL COLOR DE UNA BOTANA EXTRUDIDA A BASE DE MAÍZ MORADO	12
ALI_18	EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE DIFUSIVIDAD EFECTIVA Y LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL GRANO DE CAFÉ TOSTADO EN UN TOSTADOR DE CILINDRO ROTATORIO	13
ALI_19	PAN FERMENTADO CON GRANOS DE KÉFIR: UNA NUEVA OPCIÓN CULINARIA	14
ALI_21	EFFECTO DE LA CÁSCARA DE MELÓN SOBRE LA TEXTURA Y EXPANSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE BOTANAS EXTRUDIDAS A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON AISLADO PROTEICO DE SOYA	15
ALI_22	CARACTERIZACIÓN ANTIOXIDANTE DE MEZCLAS DE POLVO DE HOJA DE HIERBA MORA Y SÉMOLA DE TRIGO	16

# Índice 2-5

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
AMB_01	OBTENCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LAVANDULA Y <i>ROSMARINUS OFFICINALIS</i> , EMPLEANDO EXTRACCIÓN CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL	17
AMB_02	EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE ROSMARINUS OFFICINALIS Y THYMUS VULGARIS: COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL CONTRA MICROONDAS	18
AMB_03	MODIFICACIÓN QUÍMICA DE ALMIDÓN CON SALES DE AMONIO Y SU ESTUDIO COMO SUPRESOR DE POLVOS	19
AMB_05	REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES UTILIZANDO UNA CELDA DE ELECTROLISIS MICROBIANA	20
AMB_08	EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE RESIDUOS DE CASCARA DE MANZANA COMO RECUBRIMIENTO ECOLÓGICO ANTICORROSIVO	21
AMB_09	ESTUDIO DE LA BIODEGRADACIÓN DE CEFOTAXIMA	22
AMB_10	ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL EJIDO SANTA GERTRUDIS, SAN FERNANDO, TAMAULIPAS, MEXICO	23
AMB_13	OBTENCIÓN DE PELÍCULAS POLIMÉRICAS A BASE DE QUITOSANO CON EXTRACTOS NATURALES	24
AMB_14	DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE <i>Aedes aegypti</i> AL INSECTICIDA QUÍMICO MALATIÓN EN EL SUR DE TAMAULIPAS	25
AMB_15	DISEÑO DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL	26
AMB_16	ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA DEL ACUIFERO BAJO RIO BRAVO EN EL MUNICIPIO DE REYNOSA MEDIANTE LA VINCULACIÓN CON LOS SISTEMAS RURALES	27
AMB_18	EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE SPIRULINA Y SU EFECTO EN LA BIOSORCIÓN DE DOS CONTAMINANTES EN EL AGUA	28
AMB_19	BIOACUMULACIÓN DE DIAZINON EN <i>Capsicum annum</i> Y EVALUACIÓN DE SU BIODEGRADACIÓN EN FASE ACUOSA	29
BIO_02	ELABORACIÓN DE UNA POMADA BASE Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS Y FISICOQUÍMICAS	30
BIO_03	EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN BIOSURFACTANTE UTILIZANDO LA CEPA <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	31
BIO_04	APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA WAVELET Y EL EXPONENTE DE HÖLDER PARA EL ESTUDIO DE LA COMPLEJIDAD DE LA DIGESTION ANAEROBIA	32
BIO_07	IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO PROMOVENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PHB POR <i>Bacillus megaterium</i> MNSH1-9K-1	33
BIO_08	OPTIMIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE INULINASAS DE DOS LEVADURAS DURANTE LA SACARIFICACIÓN DE FRUCTANOS DE JUGOS DE HOJA DE AGAVE SALMIANA	34
BIO_10	FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA A PARTIR DE UN HIDROLIZADO ÁCIDO Y ENZIMÁTICO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS DE LA PLANTA DE PLÁTANO ( <i>Musa paradisiaca</i> var. <i>Cavendish</i> ) Y UN CULTIVO DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Y <i>Pichia stipitis</i>	35
BIO_11	MODELADO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE CERVEZA POR LOTES NO ISOTÉRMICO	36

# Índice 3-5

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
MAT_01	CARACTERIZACIÓN DE LA CORROSIÓN DEL ACERO AISI 1018 INMERSO EN SOLUCIONES MEA-CO <sub>2</sub> CON SALES TERMOESTABLES	37
MAT_03	EFFECTO DEL DODECIL SULFATO DE SODIO (SDS) SOBRE EL PROCESO DE POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN DE POLIMIRCENO-ETILENGLICOL (PMY-ETG)	38
MAT_04	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL BIOMATERIAL DIÓPSIDO-Zn POR ACTIVACIÓN MECANOQUÍMICA	39
MAT_06	ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA DE HETEROUNIONES ZnO@BiOX (X= Cl, Br, I) UN ESTUDIO ESTRUCTURAL Y DE INTERACCIÓN ELECTRÓNICA	40
MAT_09	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN NANOCOMPUUESTO DE ÓXIDO DE PRASEODIMIO E HIDRÓXIDO DE PRASEODIMIO EN PRESENCIA DE ÓXIDO DE ZINC PARA SU APLICACIÓN EN SENSORES DE FRUCTOSA	41
MAT_10	EVALUACIÓN DE LA CITOTOXICIDAD DEL DIÓPSIDO SINTETIZADO POR EL MÉTODO SOL-GEL	42
MAT_11	OBTENCIÓN DE UN COMPOSITO DE POLIURETANO BASE AGUA SEMIFLEXIBLE MULTIBLOQUE CON NANOPARTÍCULAS DE ZNO: ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES MECÁNICAS	43
MAT_12	BIOPELICULAS DE POLIMIRCENO/POLISACARIDOS: EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN	44
MAT_13	EFFECTO DEL COMONOMERO IÓNICO NaSS EN LA POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN DEL METACRILATO DE METILO (MMA)	45
MAT_14	INNOVACION Y DESARROLLO DE NANOCOMPOSITOS POLIMÉRICOS APLICADOS COMO RECUBRIMIENTO EN EL ACABADO DEL CUERO; CONTROL DEL TAMAÑO DE PARTICULA EN LA EMULSION	46
MAT_15	LÍQUIDOS IÓNICOS EN LA EXTRACCIÓN DE CAFÉINA A PARTIR DE CÁSCARA DE CAFÉ	47
MAT_16	FUNCIONALIZACIÓN POR PLASMA DE ÁCIDO OLEICO DE NANOTUBOS DE CARBONO DE PARED MÚLTIPLE	48
MAT_19	MICROCÁPSULAS ALGINATO DE SODIO / CANNABIDIOL (CBD) MEDIANTE PRECIPITACION EN MICROEMULSIÓN INVERSA	49
MAT_21	EFFECTO DEL TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE LA VISCOSIDAD EN EMULSIONES DE USO COSMÉTICO	50
MAT_22	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPELICULAS A BASE DE AMILOSAS Y AMILOPECTINAS DE GARBANZO ( <i>Cicer Arietinum</i> ), CHILACAYOTE ( <i>Cucurbita Ficifolia</i> ), HABA SECA ( <i>Vicia faba</i> ) Y CHALAHUITE ( <i>Inga Vera</i> )	51
MAT_24	ESTUDIO TEÓRICO DE LA TERMOQUÍMICA DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS ENTRE COMPUUESTOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS Y DISOLVENTES EUTÉCTICOS PROFUNDOS	52
MAT_25	PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE LA BIOPELICULA POLIMERICA DE AMILOPECTINAS DE <i>Vicia Faba</i> CON NANOESFERAS DE Ag-Cu	53
MAT_26	COMPOSITOS MUCÍLAGO DE NOPAL-POLIACRILAMIDA PARA LA REMOCIÓN DE AZUL DE METILENO Y NEGRO REACTIVO	54
MAT_27	UTILIZACIÓN DEL GAS DE EFECTO INVERNADERO CO <sub>2</sub> EN LA REACCIÓN DE DESHIDROGENACIÓN OXIDATIVA DE ETANO A ETILENO	55

# Índice 4-5

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
MAT_28	ESTUDIO DE LA OBTENCIÓN Y SEPARACIÓN DE DEXTRANOS A PARTIR DE LAS FERMENTACIONES DE EXTRACTO DE AGAVE SP	56
MAT_29	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ORO EN HIDROGELES DE COPOLÍMEROS DE ACRILAMIDA	57
MAT_30	DISEÑO DE HIDROGELES A BASE DE POLIACRILAMIDA PARA APLICACIONES AMBIENTALES: ESTUDIO DE HINCHAMIENTO	58
MAT_31	PREPARACIÓN DE POLI(ÁCIDO ACRÍLICO)/MUCÍLAGO DE LINAZA/HIDROGEL DE QUITOSANO PARA LA LIBERACIÓN DE KETOROLACO	59
MAT_33	SINTESIS DE COPOLIMEROS ANFILOS VIA POLIMERIZACIÓN RAFT EN EMULSION	60
MAT_35	OBTENCIÓN DE UN COPOLÍMERO DE ACRILATO DE BUTILO CON METACRILATO DE GLICIDILO VÍA EMULSIÓN REFORZADO CON NANOPARTÍCULAS DE ZN: ESTUDIO COMO PROTECTOR DE RADIACIÓN UV	61
MAT_36	DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOMATERIAL A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES Y MICELIO DE HONGOS BASIDIOMICETOS	62
MAT_38	SÍNTESIS Y ELABORACIÓN DE PELÍCULAS PLASTIFICADAS A BASE DE POLÍMEROS SINTÉTICOS Y NATURALES	63
MAT_39	FUNCIONALIZACIÓN DE ZEOLITA CLINOPTILOLITA CON GRUPOS CARBOXILOS POR ÁCIDO TARTÁRICO MEDIANTE CALENTAMIENTO CONVENCIONAL Y ULTRASONIDO PARA LA REMOCIÓN DE TOXINAS URÉMICAS	64
MAT_40	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA FORMULACIÓN DE UN BÁLSAMO LABIAL NATURAL CON ADICIÓN DE PIGMENTO	65
MAT_41	VELOCIDAD DE NUCLEACIÓN Y COAGULACIÓN EN SISTEMAS EN EMULSIÓN DE ESTIRENO	66
MAT_42	MOMENTOS DIPOLARES DE SISTEMAS AZUFRADOS PRESENTES EN EL CRUDO DE PETRÓLEO	67
MAT_43	OBTENCIÓN DE PARTÍCULAS DE CuO POR SÍNTESIS VERDE Y SÍNTESIS QUÍMICA	68
MAT_44	OBTENCIÓN DE UNA MEZCLA DE CELULOSA MICROFIBRILADA Y NANOCELULOSA CRISTALINA A PARTIR DE BAGAZO DE AGAVE DE DESECHO	69
MAT_45	RESPUESTA FOTOVOLTAICA COMPETITIVA EN MICROESTRUCTURAS DE BFO – Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70

# Índice 5-5

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
PRO_01	CONTROL MULTIVARIABLE DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN REACTIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL	71
PRO_02	EQUILIBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO EN LA MEZCLA LIMONENO + AGUA + N-HEPTANO	72
PRO_03	MEDICIÓN DE LA SOLUBILIDAD MEZCLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO + D- LIMONENO + ETANOL O + 1-BUTANOL	73
PRO_04	PREDICCIÓN DE COEFICIENTES EFECTIVOS DE LA TRANSFERENCIA DE MASA EN SISTEMAS DE INMOVILIZACIÓN CELULAR	74
PRO_05	MODELADO DE UN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE POLIESTIRENO DILUIDO EN LIMONENO UTILIZANDO ALCOHOLES	75
PRO_06	DISEÑO DE UN INTERCAMBIADOR DE SERPENTÍN PARA EL ENFRIAMIENTO DE ACETONA	76
PRO_11	ANÁLISIS DEL PROCESO ACID GAS TO SYNGAS (AG2 <sup>SM</sup> ) EMPLEANDO DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD)	77
PRO_12	INTEGRACIÓN DE UN MÓDULO DE CONTACTOR DE MEMBRANA PARA EL ENDULZAMIENTO DE GAS NATURAL MEDIANTE ASPEN PLUS	78
PRO_13	OBTENCIÓN DE PROPILENO GRADO POLÍMERO MEDIANTE DESTILACIÓN EXTRACTIVA UTILIZANDO ACETONITRILLO + ADITIVOS ORGÁNICOS COMO SOLVENTES	79
PRO_14	MECANISMOS Y CINÉTICAS, REDOX VS ASOCIATIVAS PARA LA REACCIÓN WGS A BAJA TEMPERATURA	80
PRO_15	SINTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN CATALIZADOR DE Pt/ZrO <sub>2</sub> -CeO <sub>2</sub> APLICADO A LA REACCION WGS	81
PRO_16	EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA EL PROCESO DE FRACCIONAMIENTO DE GAS NATURAL LICUADO UTILIZANDO LA COLUMNA KAIBEL	82
PRO_17	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN PARA UNA MEZCLA AZEOTRÓPICA	83
PRO_18	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EN EL CONTROL DE UNA COLUMNA DE PARED DIVISORIA EXTRACTIVA PARA ETANOL DESHIDRATADO	84
PRO_19	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MEZCLADO PARA EL ESCALAMIENTO DE LA CARBONIZACIÓN HIDRÓTERMICA	85
PRO_20	EFFECTO DE LA FORMA DE LA BRIDA FRONTAL EN LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA MEZCLA EN TANQUES AGITADOS	86
PRO_21	REVALORIZACIÓN DE CORRIENTES RESIDUALES ÁCIDAS PROVENIENTES DEL PROCESOS DE ENDULZAMIENTO DE GAS NATURAL	87
PRO_22	OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS A PARTIR DE RESIDUOS DE BAMBÚ UTILIZANDO QUÍMICA VERDE	88
PRO_23	EXPLORACIÓN DEL POTENCIAL DE UNA BIOREFINERÍA INTEGRAL PARA LA OBTENCIÓN DE AROMAS Y BICOMBUSTIBLES	89

## ENRIQUECIMIENTO DE UN ACEITE DE OLIVA CON CAROTENOIDES DE PIMIENTO ROJO (*Capsicum Anuum L.*) POR MACERACIÓN ENZIMÁTICA

Área: Alimentos

Dra. Laura Acosta Domínguez<sup>a</sup>, Erick Alberto Baez Hernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

[lacosta@uv.mx](mailto:lacosta@uv.mx)

Palabras clave: maceración, enzimas, pimiento, aceite, carotenoides.

### Resumen

Los carotenoides son los pigmentos más diversamente encontrados en la naturaleza, dan el color a los pimientos y también proporcionan acción antioxidante (Castellanos, 2019), sin embargo debido a su fácil degradación se busca extraerlos de su fuente vegetal y formar oleorresinas (Lee et al., 2005), pero para esto es necesario el uso de solventes y un proceso de recuperación del mismo, que de no ser realizado adecuadamente puede dejar trazas del compuesto orgánico, por lo que el objetivo de este trabajo fue enriquecer un aceite de oliva con carotenoides de pimiento rojo por maceración enzimática sin el uso de solventes.

Existen formas de facilitar la extracción como la asistencia de enzimas que ayudan a hidrolizar la pared vegetal reduciendo el tiempo y energía requerida para la extracción (Sagar et al., 2018), más aun es necesario concentrar los carotenoides en una matriz estable y que evite su degradación, por lo que el uso de aceites vegetales se perfila como una alternativa para el uso de solventes (Yara et al., 2017), por lo que este trabajo realizó el enriquecimiento de un aceite de oliva con carotenoides de pimiento morrón por maceración enzimática con celulasa, determinando las condiciones de maceración enzimática y evaluando su degradación durante 8 semanas a temperaturas (8, 25 y 45 °C), y la comparación a tratamientos térmicos de 150 y 200 °C.

Se encontró que el uso de celulasa para complementar la maceración mostró mayor contenido final de carotenoides al inicio y al final de la degradación en el aceite enriquecido por maceración enzimática en relación al control, también mostro mejor respuesta a los tratamientos térmicos y una disminución en la viscosidad.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Castellanos R., J. A. (2019). "Compuestos bioactivos en pimientos tradicionales en diferentes condiciones de cultivo" (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
2. Lee, J. J., Crosby, K. M., Pike, L. M., Yoo, K. S., & Leskovar, D. I. (2005). "Impact of genetic and environmental variation on development of flavonoids and carotenoids in pepper (*Capsicum* spp.)". *Scientia Horticulturae*, 106(3), 341-352.
3. Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., Lobo, M. G. (2018). "Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization". *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 17, 512–531. doi: 10.1111/1541-4337.12330
4. Yara-Varón, E., Li, Y., Balcels, M., Canela-Garayoa, R., Fabiano-Tixier, A. S., & Chemat, F. (2017). "Vegetable oils as alternative solvents for green oleo-extraction, purification and formulation of food and natural products". *Molecules*, 22(9), 1474.

## ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS FÍSICO QUÍMICOS QUE SE PRESENTAN EN UNA INFUSIÓN AL VARIAR LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Área: Alimentos

Monica Rivera Rivera<sup>a</sup>, Martha Patricia Valencia Perez<sup>a</sup>, Marco Antonio Godínez Ruiz<sup>a</sup>, Rebeca Gloria Tejada<sup>a</sup>, Betsabe Hernández Santos<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico Nacional México. Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Tuxtepec, Oaxaca, México.

[monica\\_ri\\_ri@hotmail.com](mailto:monica_ri_ri@hotmail.com)

Palabras clave: nopal, zacate limón, diabetes, antioxidantes, perfil aromático.

### Resumen

El propósito de este trabajo fue evaluar los cambios fisicoquímicos de un té a base de nopal y zacate limón en una proporción 70:30 respectivamente en diferentes periodos de tiempo (30,60 y 90 días) utilizando dos tipos de empaque celofán y polietileno. Los valores de humedad se incrementaron con el tiempo en ambos empaques, siendo superior al 5.43% determinado por Hernández (2010) para polvos de nopal. El contenido de cenizas fue inferior al 14.4% reportado por Astello-García et al. (2015), disminuyendo en los dos tipos de empaque. Al finalizar el tiempo de prueba el contenido de proteínas y fibra cruda en los dos tipos de envoltura también se ven disminuidos. En relación al análisis de antioxidantes se tuvieron los siguientes resultados, el contenido de polifenoles totales para la bolsa de celofán y polietileno a los 90 días fueron  $0.206 \pm 0.38$  mgEAG/g y  $0.162 \pm 0.38$  mgEAG/g respectivamente, observándose que las concentraciones obtenidas son más bajas en el empaque polietileno a diferencia de los resultados obtenidos con respecto a la concentración de flavonoides donde se observa que en el empaque de celofán la concentración fue menor ( $0.627 \pm 0.44$  mgEAG/g) al final de la prueba, con respecto al empaque de polietileno cuya concentración fue de  $0.693 \pm 0.44$  mgEAG/g. Los resultados de % de inhibición de DPPH a los 90 días fueron  $51.897 \pm 0.133$  para la bolsa de celofán y  $39.753 \pm 0.134$  para el empaque de polietileno mostrando que la concentración es mayor en el empaque de celofán. El análisis aromático demuestra que el empaque de celofán tiene mayor concentración de  $\beta$ -Citral y  $\alpha$ -Citral principios activos que se encuentran principalmente en el zacate limón. Otros compuestos presentes en ambas muestras en diferentes concentraciones fueron el ácido n-hexadecanoico, ácido (z,z) 9,12-octadecadienoico y ácido (z,z,z) 9, 12, 15-octadecatrienoico y el geraniol, este último compuesto en el periodo de 90 días ya no es detectado.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Astello García, M. G. et al (2015). "Composición química y perfil de compuestos fenólicos de cladodios de *Opuntia spp.* cultivares con diferente gradiente de domesticación". *Diario de composición y análisis de alimentos*, 43, 119 – 130.
2. Hernández-Urbiola M. I., Contreras-Padilla M., Pérez-Torrero E., Hernández-Quevedo, G., Rojas-Molina, J. I., Cortés M. E., y Rodríguez-García M.E (2010). "Estudio de composición nutricional del nopal (*Opuntia ficus-indica* cv. Redonda) en diferentes estados de madurez". *El Diario Abierto de Nutrición*, 4(1), 11–16.

## SOLUBILIDAD Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE PROTEINA DE *Pomacea flagellata* POR EFECTO DEL pH

Área: Alimentos

Tania Cristell Jiménez Pérez<sup>1a</sup>, Nidia Nohemí Hernández Hernández<sup>1a</sup>, Heradia Pascual Cornelio<sup>2b</sup>, Temani Durán Mendoza<sup>2b</sup>, Ulises López Noverola<sup>1a</sup>, Irma Gallegos Morales<sup>1a</sup>, Juan Guzmán Ceferino<sup>1a</sup>

<sup>a</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco<sup>1</sup>, Villahermosa, Tabasco, Méx.

<sup>b</sup>División Académica Multidisciplinaria de los Ríos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco<sup>2</sup>, Tenosique, Tabasco, Méx.

[juan.guzman@ujat.mx](mailto:juan.guzman@ujat.mx)

Palabras clave: caracol, proteína, radical, actividad biológica.

### Resumen

*Pomacea flagellata* es un caracol de agua dulce con branquias y opérculo, molusco gasterópodo acuático de la familia Ampullariidae. Este recurso acuático, no dispone de interés comercial, por lo que no existe un cultivo del mismo; no obstante que, se conoce que es una fuente potencial de proteína y que, a la vez, no se tiene conocimiento de la mejor condición de pH de extracción y la consecuencia sobre la actividad antioxidante (AA). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del pH sobre la solubilidad y AE de la proteína de *P. flagellata*. Los caracoles se depuraron, se extrajo el músculo para liofilizarlo y desgrasarlo con hexano (1:6) durante 24 h. La solubilidad de la proteína se realizó a pH de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 [1], estas se recuperaron y se cuantificaron mediante el método de Lowry. La AA se realizó mediante los métodos DPPH y ABTS, expresándose en porcentaje de captura respectivamente. De la mejor condición de pH donde se obtuvo mayor solubilidad, se realizó una segunda etapa para evaluar la relación soluto-solvente (1:5; 1:10 y 1:20) [2]. Los resultados indicaron influencia significativa del pH ( $p \leq 0.05$ ) en donde a 12 se obtiene mayor solubilidad. La AA influenciada por el pH también presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) por el método DPPH, con valores de 3 a 15 % y de 14 a 30 % por el método ABTS en todos los valores de pH. En cuanto a la relación soluto-solvente, existe influencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), donde el mayor contenido proteico se observó en la relación 1:20. Los valores de AA fueron significativamente diferentes, de 25 a 55% por el método DPPH y de 94 a 98 % por ABTS. Se ha reportado que la AA de proteínas está en función de la fuente, la concentración y distribución de aminoácidos en la secuencia [3], la cual está relacionada con las condiciones de pH usados en la extracción. La proteína nativa del músculo de *P. flagellata*, es una fuente potencial con propiedad con actividad antioxidante que podría mejorar mediante su hidrolizado y evaluarse en ensayos de actividad biológica.

### Referencias y citas bibliográficas

1. M. Kumar et al., "Advances in the plant protein extraction: Mechanism and recommendations". *Food Hydrocoll*, vol. 115, no. January, p. 106595, 2021, doi.10.1016/j.foodhyd.2021.106595.
2. A. González et al., "Evaluation of functional and nutritional potential of a protein concentrate from *Pleurotus ostreatus* mushroom". *Food Chem*, vol. 346, no. July 2020, 2021, doi.10.1016/j.foodchem.2020.128884.
3. X. Lu, L. Zhang, Q. Sun, G. Song, and J. Huang, "Extraction, identification and structure-activity relationship of antioxidant peptides from sesame (*Sesamum indicum* L.) protein hydrolysate". *Food Research International*, no. June, pp. 0–1, 2018, doi.10.1016/j.foodres.2018.09.001.

## EXTRACTOS DE HOJAS DE CANAVALIA Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (*Canavalia ensiformis*) Área: Alimentos

Zahory Virinia Ricardez Tejeda<sup>1a</sup>, Areli Carrera Lanestosa<sup>1a</sup>, Carolina del Carmen Pérez Sánchez<sup>2b</sup>, Fernando Lara Pérez<sup>1a</sup>, Temani Durán Mendoza<sup>2a</sup>, Nicolas González Cortes<sup>2a</sup>, Laura María Solís Salas<sup>3c</sup>, Juan Guzmán Ceferino<sup>1a</sup>

<sup>a</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco<sup>1</sup>, Villahermosa, Tabasco, Mex.

<sup>b</sup>División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco<sup>2</sup>, Tenosique, Tabasco, Méx.

<sup>c</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, Méx.

[juan.guzman@ujat.mx](mailto:juan.guzman@ujat.mx)

Palabras clave: residuo agroindustrial, extracto, antioxidante.

### Resumen

Los compuestos bioactivos obtenidos a partir de desechos agroindustriales han sido objeto de estudios en los últimos años. Se ha demostrado que pueden ser aprovechado por la industria alimentaria y la farmacéutica, en beneficio de la salud humana. Un residuo agroindustrial que ha llamado la atención, es la hoja de Canavalia; su único aprovechamiento está destinado a la alimentación animal, debido a la toxicidad de la semilla para los seres humanos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto antioxidante y antidiabético de extractos de hoja de Canavalia cosechada a dos tiempos diferentes. Las hojas de Canavalia tenían tiempos de cosecha de 70 y 120 días; las extracciones se realizaron por maceración con etanol (EE), metanol (EM), acetato de etilo (EAET), acetona (EAcet) y agua (EA) [1-2]. Las variables de respuesta fueron polifenoles totales (PT), ácido clorogénico (AC); la actividad antioxidante (AA) se realizó por el método DPPH, ABTS y FRAP. Mientras que la actividad antidiabética (AAD) se realizó enzimáticamente, por la inhibición de  $\alpha$ -amilasa. Se aplicó un diseño factorial para un ANOVA ( $p \leq 0.05$ ) y pruebas de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados mostraron diferencias significativas en los contenidos de PT entre extractos y entre tiempos de cosecha. En cuanto al AC se identificó mayor contenido en EA. La AA mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre extractos y tiempos, cuyos valores por ABTS y DPPH fueron de 20 a 80 % y 40 y 73 %, respectivamente; y 20 a 120  $\mu\text{M}$  por FRAP. La AAD en los EA mostraron diferencias significativas entre concentraciones y los tiempos de cosecha, con valores de 12 a 100 %. Los resultados de CP y que influyen sobre la AA y AAD depende del método de extracción [3] y de la polaridad de los solventes utilizados XXX. Los extractos de hoja de Canavalia presentan actividad antioxidante dependiendo del solvente y la actividad antidiabética, en función de la concentración de AC.

### Referencias y citas bibliográficas

1. T. Hou, J. Chung, S. Chen, and T. Chang, "Antioxidation and Antiglycation of 95 { } \% Ethanol Extracts Prepared from the Leaves of Black Nightshade (*Solanum nigrum*)," vol. 22, no. 3, pp. 839–844, 2013, doi.10.1007/s10068-013-0153-2.
2. Y. Tian, A. Puganen, H. L. Alakomi, A. Uusitupa, M. Saarela, and B. Yang, "Antioxidative and antibacterial activities of aqueous ethanol extracts of berries, leaves, and branches of berry plants," *Food Research International*, vol. 106, no. October 2017, pp. 291–303, 2018, doi.10.1016/j.foodres.2017.12.071.
3. P. Panja, "Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials," *Curr Opin Food Sci*, vol. 23, pp. 173–182, 2018, doi.10.1016/j.cofs.2017.11.012.

## OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DEL CONCENTRADO PROTEICO DEL FRIJOL BAYO (*Phaseolus vulgaris*)

Área: Alimentos

Amanda Carolina Chávez-Escamilla, Monserrat Pedroza-Domínguez, Jesús Rodríguez-Miranda, Betsabé Hernández-Santos, Enrique Ramírez-Figueroa, Juan Gabriel Torruco-Uco  
Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Tuxtepec, Oaxaca, México.  
[jtorruco79@outlook.com](mailto:jtorruco79@outlook.com), [juan.tu@tuxtepec.tecnm.mx](mailto:juan.tu@tuxtepec.tecnm.mx)

Palabras clave: frijol bayo, concentrado proteico, color, químico proximal, propiedades funcionales.

### Resumen

El frijol bayo (*Phaseolus vulgaris*) es una leguminosa con alto contenido de carbohidratos (87.09%), proteínas (13.78%), fibra (2.66%), vitaminas y minerales, lo cual la hace una fuente favorable para la obtención de concentrados proteicos. La concentración de proteínas puede mejorar la expresión de sus propiedades funcionales permitiendo su uso en diferentes productos a nivel comercial [1]. Además de que presentan un efecto protector ante el desarrollo de patologías debido a que su composición nutricional contiene sustancias con actividad biológica que ayudan a satisfacer el buen estado físico y mental al ser consumida de manera regular [2]. El objetivo de esta investigación fue evaluar el concentrado proteico del frijol bayo (*Phaseolus vulgaris*): análisis fisicoquímico y propiedades funcionales. Para la obtención del concentrado proteico del frijol bayo se empleó el método de precipitación isoelectrica de las proteínas [3]. El análisis químico del concentrado proteico del frijol bayo presentó un contenido de humedad de 2.57%, proteínas 35.08% y grasa 4.93%. Los parámetros de color mostraron una luminosidad ( $L^*$ ) de 72.64, en coordenadas rojo/verde ( $a^*$ ) el valor fue de 5.22 y en coordenadas amarillo/azul ( $b^*$ ) el valor fue de 15.85. Las propiedades funcionales del concentrado mostraron una capacidad de absorción de agua de 6.00 g de agua/g de muestra, una capacidad de absorción de aceite de 2.23 g de aceite/g de muestra, una capacidad emulsificante de 16.95%, una capacidad de gelificación de 37.4% y una densidad aparente de 0.83 g/cm<sup>3</sup>. De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos considerar que el concentrado proteico del frijol bayo es un alimento rico en proteínas y grasas, lo que la haría un alimento de alto valor calórico y de acuerdo con sus propiedades funcionales esta fuente puede utilizarse para el desarrollo de nuevas tecnologías en la industria alimentaria que requieran baja y altas temperaturas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Itcheno, S., Preci, D., Bonifacino, C., Franco, F. E., Steffens, C., Panizzolo, L. A., Colet, R., Fernandes, I. A., Abirached, C., Valduga, E., & Steffens, J. "Whey protein concentration by ultrafiltration and study of functional properties". *Ciência Rural, Santa Maria*, Vol. 48, No. 5, p. e20170807, 2018.
2. Serrano, C. M. S. "Elaboración de un concentrado proteico a partir de chía (*Salvia hispánica* L.) para su uso como ingrediente con actividad biológica en el desarrollo de nuevos alimentos funcionales fortificados". Tesis de Licenciatura. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, Guayaquil, Ecuador, p. 1-100, 2020.
3. Bouchenak, M., & Lamri-Senhadj, M. "Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: A review". *Journal of Medicinal Food*, Vol. 16, No. 3, p. 185-198. 2013.

## EVALUACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE CHAYOTEXTLE ADICIONADAS CON ACEITE DE ROMERO Y CANELA

*Área: Alimentos*

Luna Niño Maria Fernanda<sup>a</sup>, Beristain-Guevara Cesar Ignacio<sup>a</sup>, Luz Alicia Pascual Pineda<sup>a</sup>, Jiménez Fernández Maribel<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos (CIDEA)-Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

[maribjimenez@uv.mx](mailto:maribjimenez@uv.mx)

*Palabras clave: películas, aceite esencial, antibacteriana, biodegradable, aplicación.*

### Resumen

Las películas y recubrimientos biodegradables y comestibles tienen diferentes funciones entre las que destacan prolongar la vida de anaquel de los alimentos y mejorar las propiedades nutricionales de los productos al transportar sustancias potencialmente activas. Además, el uso de recubrimientos y películas comestibles y biodegradables como materiales para el envasado de alimentos son una alternativa prometedora debido a su naturaleza ecológica. Hay numerosas investigaciones acerca de películas elaboradas con diferentes fuentes de almidón, como lo son la papa, el maíz y la yuca; sin embargo, el almidón de chayotextle ha sido muy poco utilizado en combinación con aceites esenciales para formular películas con actividad antibacteriana. Los aceites esenciales se han utilizado desde hace muchos años con fines medicinales, cosmetológicos y aromatizantes. Recientes investigaciones han demostrado sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes por lo que se han propuesto como conservantes naturales para sustituir a los conservantes químicos artificiales que se emplean cotidianamente. Por ello, el objetivo de este trabajo fue formular dos tipos de películas biodegradables y comestibles utilizando almidón de chayotextle y aceite esencial de canela y romero, respectivamente. Se caracterizaron las propiedades físicas (color, solubilidad, espesor, actividad de agua, humedad, higroscopicidad), mecánicas (tensión), antibacterianas, se determinó la permeabilidad al vapor de agua de las películas, se obtuvieron las micrografías electrónicas de barrido, se realizó la prueba de biodegradabilidad a cada una de ellas y finalmente se aplicaron en forma de recubrimiento sobre panes almacenados a tres distintas temperaturas. Los resultados comprueban que la adición de aceite esencial de canela y romero mejoran las propiedades antibacterianas con respecto al modelo control, sin embargo, la permeabilidad al vapor de agua y la resistencia a la rotura se vieron afectadas por la incorporación de dichos aceites. La prueba de biodegradabilidad mostró que en un periodo menor a 20 días las películas desaparecieron completamente. El recubrimiento adicionado con aceite de romero aplicado en panes almacenados en distintas temperaturas redujo la dureza del pan en un periodo de 8 días.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Díaz-Montes, E., y Castro-Muñoz, R. (2021). "Edible films and coatings as food-quality preservers: an overview". *Foods*, 10(2), 249.
2. Sharma, S., Barkauskaite, S., Jaiswal, A. K., y Jaiswal, S. (2021). "Essential oils as additives in active food packaging". *Food Chemistry*, 343, 128403.

## EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE COCCIÓN SOBRE LOS COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN CHILACAYOTE (*Cucurbita ficifolia* BOUCHÉ) INMADURO Área: Alimentos

Casandra Arlette Palacios Landa<sup>1a</sup>, Dra. Elia Nora Aquino Bolaños<sup>a</sup>, Dr. José Luis Chávez Servia<sup>2b</sup>  
Dra. Jimena Esther Alba Jiménez<sup>3c</sup>, Dra. María Remedios Mendoza López<sup>4d</sup>, Dra. Liliana Lara Capistrán<sup>5e</sup>  
<sup>a</sup>Centro de investigación y Desarrollo de Alimentos, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.  
<sup>b</sup>CONACyT-Centro de Investigación y Desarrollo de alimentos, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.  
<sup>c</sup>Facultad de ciencias agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.  
<sup>d</sup>CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.  
[zS21000232@estudiantes.uv.mx](mailto:zS21000232@estudiantes.uv.mx)

Palabras clave: chilacayote, DPPH, FRAP, antioxidantes.

### Resumen

La mayoría de los alimentos son sometidos a métodos de cocción para mejorar sus características organolépticas, bioccesibilidad de nutrientes y asegurar su inocuidad [1,3], sin embargo, estos procesos también pueden disminuir el contenido de compuestos funcionales debido a la lixiviación o reacciones de oxidación [2, 4, 1]. El fruto fresco de *Cucurbita ficifolia* Bouché tiene compuestos bioactivos con potenciales beneficios a la salud [3]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes métodos y tiempos de cocción sobre los compuestos antioxidantes en frutos inmaduros de chilacayote (*Cucurbita ficifolia* Bouché) a través del parámetro  $R^* = X_{\text{procesado}}/X_{\text{sin procesar}}$ . Los métodos de cocción por ebullición en agua y al vapor provocaron disminución en polifenoles ( $R^* = 0.60_{\text{ebullición}}$ ,  $0.83_{\text{vapor}}$ ), flavonoides ( $R^* = 0.71_{\text{ebullición}}$ ,  $0.95_{\text{vapor}}$ ), ácido ascórbico ( $R^* = 0.73_{\text{ebullición}}$ ,  $0.79_{\text{vapor}}$ ) y en la actividad antioxidante evaluada mediante el método de DPPH ( $R^* = 0.90_{\text{ebullición}}$ ,  $0.94_{\text{vapor}}$ ) y FRAP ( $R^* = 0.78_{\text{ebullición}}$ ,  $0.90_{\text{vapor}}$ ), el valor de  $R^*$  previo a cocción corresponde a 1. Por el contrario, el horneado exhibió aumento en los compuestos con actividad antioxidante presentes en chilacayote, polifenoles ( $R^* = 1.50_{\text{horneado}}$ ), flavonoides ( $R^* = 1.46_{\text{horneado}}$ ), y en la actividad antioxidante evaluada mediante el método de DPPH ( $R^* = 1.58_{\text{horneado}}$ ) y FRAP ( $R^* = 2.91_{\text{horneado}}$ ) a excepción del ácido ascórbico ( $R^* = 0.21_{\text{horneado}}$ ). Independientemente del método de cocción, el tiempo de 5 minutos favoreció la actividad antioxidante, presentando una menor pérdida o aumento de su actividad antioxidante, DPPH ( $R^* = 1.01_{\text{ebullición}}$ ,  $0.94_{\text{vapor}}$ ,  $1.58_{\text{horneado}}$ ) y FRAP ( $R^* = 0.78_{\text{ebullición}}$ ,  $0.90_{\text{vapor}}$ ,  $2.91_{\text{horneado}}$ ). Por lo tanto, se recomienda incluir en la dieta frutos inmaduros de chilacayote horneados durante 5 minutos, como una fuente de compuestos bioactivos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Boskou, "Losses of natural antioxidants and vitamins during deep-fat frying", *In Forum of Nutrition* (Vol. 56, pp. 343-345) 2003.
2. Garda, M.R "Técnicas de manejo de los alimentos", *Eudeba*, 2020.
3. Moreno-Quiroga, G., Alba-Jiménez, J. E., Aquino-Bolaños, E. N., & Chávez-Servia, J. L. 2023. "Phenolic compounds and antioxidant activity in *Cucurbita ficifolia* fruits, an underrated fruit". *Frontiers in Nutrition*, 9, 3131. Doi: 10.3389/fnut.2022.1029826.
4. Pellegrini, N., Chiavaro, E., Gardana, C., Mazzeo, T., Contino, D., Gallo, M., ... & Porrini, M. "Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen brassica vegetables", *Journal of Agricultural and food chemistry*, 58(7), 4310-4321. 2010.
5. Yuan, G. F., Sun, B., Yuan, J., & Wang, Q. M. "Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli" *Journal of Zhejiang University Science B*, 10(8), 580-588. 2009.

## ESTUDIO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE TORTILLAS

Área: Alimentos

Mario Pérez González<sup>a</sup>, Bertha M. Rocío Hernández Suárez<sup>a</sup>, César A. Roldán Cruz<sup>b</sup>, Rocío de los A. García Hernández<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Químicas, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Universidad Veracruzana Facultad de Nutrición, Veracruz, Veracruz, México.

[rocigarcia@uv.mx](mailto:rocigarcia@uv.mx)

Palabras clave: residuos de tortilla, harina de tortilla reciclada, matriz alimentaria, retrogradación.

### Resumen

La tortilla es un alimento que ha sido el eje de la alimentación de las familias mexicanas [1] y debido a la alta demanda de este producto junto con la sobreproducción del mismo, malos hábitos de consumo e irregularidad en ventas, se da una constante generación de residuos la cual se ha convertido en un problema de carácter ambiental, debido a la contaminación por materia orgánica, y socioeconómico ya que tal desaprovechamiento resulta en una pérdida monetaria tanto para los productores como los consumidores. Por ello, surge la necesidad de encontrar una alternativa de alimento que sea funcional y contribuya a la solución de tales problemas, destacando el potencial de aprovechar los residuos de tortillas para el consumo humano reciclándolos para introducirlos a una matriz alimentaria y elaborar nuevos productos. Por su parte para desarrollar esta propuesta es fundamental estudiar las características del alimento obtenido para tener un panorama sobre la viabilidad de su posible producción en un futuro considerando el paso de la escala experimental a la industrial, además de las modificaciones en la composición nutricional considerando que las tortillas contienen almidones, proteínas, micronutrientes, etc. [2]. En ese sentido, primero se elaboraron las tortillas haciendo sustituciones de 20, 40, 60 y 80% de harina comercial nixtamalizada por la harina reciclada, y siguiendo la técnica tradicional; posterior a ello, se caracterizaron propiedades como color, mediante un colorímetro Minolta (CR-300, Konica Minolta, Osaka, Japón); para la dureza se utilizó un texturómetro Brookfield CT3-4500 (AMETEK, Middleborough, MA, USA); y la determinación de humedad se llevó a cabo siguiendo la NOM-116-SSA1-1994. En los resultados se obtuvo una disminución en la luminosidad de las tortillas con la adición de harina reciclada, así como un aumento de humedad acompañado de una disminución en la dureza, lo cual puede deberse a la dispersión de las cadenas de amilosa lixividadas favoreciendo la retención de agua en la estructura [3].

### Referencias y citas bibliográficas

1. Torres, J. "La tortilla de maíz mexicana. Un símbolo milenario." *Algunos componentes generales, particulares y singulares del maíz en Colombia y México*, p. 69-94, 2018. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/336224>
2. Urango, L. A. "Componentes del maíz en la nutrición humana". *Algunos componentes generales, particulares y singulares del maíz en Colombia y México*, p. 185-209, 2018. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/336229>
3. Fernández-Peláez, J., Guerra, P., Gallego, C. y Gómez, M. "Physical properties of flours obtained from wasted bread crusts and crumbs". *Foods*, Vol. 10, p. 282. 2021. <https://doi.org/10.3390%2Ffoods10020282>

**Agradecimientos:** Al laboratorio de bioprocesos w107 de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa por las facilidades de realizar las caracterizaciones correspondientes.

## ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DEL FRUTO INMADURO DE *CUCURBITA FICIFOLIA* BOUCHÉ

Área: Alimentos

Amanda Mora Cuevas<sup>a</sup>, Dra. Jimena Esther Alba Jiménez<sup>b</sup>, Dra. Elia Nora Bolaños Aquino<sup>a</sup>, Dra. Maribel Jiménez Fernández<sup>a</sup>, Dra. Liliana Lara Capistrán<sup>c</sup>, Dr. José Luis Chávez Servia<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Centro de investigación y Desarrollo de Alimentos, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>b</sup>CONACyT-Centro de Investigación y Desarrollo de alimentos, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>c</sup>Facultad de ciencias agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>d</sup>CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

[zS21000243@estudiantes.uv.mx](mailto:zS21000243@estudiantes.uv.mx)

Palabras clave: chilacayote inmaduro, poscosecha, refrigeración, antioxidantes.

### Resumen

La *Cucurbita ficifolia* Bouché, mejor conocida como chilacayote, es un tipo de calabaza que otorga frutos carnosos<sup>1</sup>, a los cuales se les ha atribuido un efecto hipoglucemiante<sup>2</sup>. Sin embargo, el chilacayote en su estado inmaduro es altamente perecedero y al ser un fruto de menor importancia económica<sup>3</sup>, se desconocen sus condiciones óptimas de almacenamiento, por lo que es necesario aplicar tecnologías poscosecha como lo es la refrigeración.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en las características fisicoquímicas y compuestos con actividad antioxidante en fruto inmaduro de *C. ficifolia* durante su almacenamiento poscosecha. Se cosecharon los frutos inmaduros de *C. ficifolia* y se almacenaron a temperaturas de 5°C, 10°C y ambiente (22°C) con una humedad relativa del 95% y 83% durante 15 días. Se realizaron análisis fisicoquímicos, parámetros fisiológicos, actividad antioxidante y actividad enzimática, en los días 0, 5, 10 y 15.

Los resultados muestran que el mayor porcentaje de pérdida de peso se presentó a los 15 días a temperatura ambiente (12%), siendo menor a 5°C (4%) y 10 °C (3%). La concentración de polifenoles y flavonoides totales fue mayor a los 10 días de almacenamiento a 5 °C (0.31 mg EAG g<sup>-1</sup> tf, 0.096 mg ECAT g<sup>-1</sup> tf), y a los 15 días, a temperatura de 10 °C (0.25 mg EAG g<sup>-1</sup> tf, 0.075 mg ECAT g<sup>-1</sup> tf) y 22 °C (0.27 mg EAG g<sup>-1</sup> tf, 0.076 mg ECAT g<sup>-1</sup> tf). En actividad antioxidante por FRAP se observó un incremento en las tres temperaturas (0.20 a 0.93 μmol ETrolox g<sup>-1</sup> tf) hasta el día 15 de almacenamiento. La enzima peroxidasa presentó su mayor actividad a temperatura de 5°C (0.33 a 1.01 UA min<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> tf).

Por lo anterior, se concluye que el almacenamiento en refrigeración a la temperatura de 10 °C favorece la conservación de los parámetros fisicoquímicos, fisiológicos y compuestos con actividad antioxidante, así mismo, disminuyó la actividad de PPO y POD del fruto inmaduro de *C. ficifolia* por un periodo de 15 días.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Ruelas Hernández, P. G., Aguilar Castillo, J. A., García Paredes, J. D., Valdivia Bernal, R., & López Guzmán, G. G. (2015). "Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucurbita* spp.) en el estado de Nayarit". *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(8), 1845-1856.
2. Jain, A., Mishra, M., Yadav, D., Khatarker, D., Jadaun, P., Tiwari, A. K., Katore, C., & Prasad, G. (2018). "Evaluation of the antihyperglycemic, antilipidemic and antioxidant potential of *Cucurbita ficifolia* in human type 2 diabetes". *Progress in Nutrition*, 20, 191-198.
3. Moya-Hernández, A., Bosquez-Molina, E., Verde-Calvo, J. R., Blancas-Flores, G., & Trejo-Aguilar, G. M. (2020). "Hypoglycemic effect and bioactive compounds associated with the ripening stages of the *Cucurbita ficifolia* Bouché fruit". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(14), 5171-5181.

## ANÁLISIS MULTIVARIADO DE CHILES SECOS COMERCIALES DE OAXACA BASADO EN COLOR, PROTEÍNA, AZÚCARES REDUCTORES Y SÓLIDOS SOLUBLES

Área: Alimentos

Germán de Jesús Pérez González<sup>a</sup>, Raúl Salas Coronado<sup>a</sup>, Norma Francenia Santos Sánchez<sup>a</sup>, Beatriz Hernández Carlos<sup>a</sup>, Edith Graciela González Mondragón<sup>a</sup>, Mirna Patricia Santiago Gómez<sup>a</sup>, Héctor Manuel Arreaga González<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Tecnológica de la Mixteca, Heroica ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, México.

[germanj\\_perezgonzalez@gs.utm.mx](mailto:germanj_perezgonzalez@gs.utm.mx)

Palabras clave: chiles secos comerciales, color, proteína, azúcares reductores, análisis multivariado.

### Resumen

El presente trabajo consistió en utilizar como objeto de estudio 12 variedades de chiles secos comerciales del estado de Oaxaca. El estudio consistió en realizar un comparativo de color, contenido de proteínas totales, azúcares reductores y sólidos solubles. Además, implementar un modelo de análisis multivariante para relacionar los cambios de color y composición de estos chiles secos. Para la determinación de proteínas totales se empleó un método de Lowry modificado. Esta modificación consistió en reemplazar al agente solubilizador de proteína de desoxicolato de sodio (1500 µg/mL) a dodecilsulfato de sodio (30 µg/mL). Esto condujo a la reducción de los costos de experimentación. La cuantificación de carbohidratos se llevó a cabo mediante un método de Somogyi-Nelson modificado. Esta modificación consistió en disminuir a una cuarta parte la concentración de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en el reactivo de Somogyi y realizar las mezclas de reacción en tubos eppendorf de 1 mL previo a la lectura en la microplaca, facilitando la reacción colorimétrica de forma homogénea y reproducible. Los polvos de chile mostraron colores desde amarillo hasta negro con valores de  $a^*$  de 6.53±0.06-27.47±0.21 y  $b^*$  de 6.23±0.06-31.00±0.80 y una luminosidad de 43.00±0.10-59.47±0.55. La concentración de proteína en las muestras fue de 5.28±0.06-10.76±0.19 %. Por otra parte, la concentración de azúcares reductores fue de 2.30±0.08-25.96±0.68 %. Mientras que la concentración de sólidos solubles fue de 15.97±1.20-64.65±1.17 %. Los resultados de la composición se expresaron en base seca. Los datos se sometieron a un análisis estadístico multivariado que consistió en pruebas de correlación de Pearson, K-medias, jerarquización y de análisis de componentes principales (PCA) con la finalidad de identificar asociaciones y diferencias significativas entre las muestras. Los resultados evidenciaron la presencia de cuatro grupos y dos muestras no agrupadas, los chiles huacle amarillo y tabaquero. El PC1 mostró que la máxima variabilidad entre las muestras fue provocada por  $L^*a^*b^*$ , mientras que en PC2 se agrupó la variabilidad provocada por el contenido de proteína, azúcares reductores y sólidos solubles. Estos resultados son concordantes con K-medias y jerarquización. Por lo que es factible realizar estudios para clasificar chiles con las variables estudiadas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Krohn, R. I., "The colorimetric detection and quantitation of total protein", *Current Protocols in Cell Biology*, Vol. 15, No. 1, p. A.3H.1-A.3H.28, 2002.
2. Peterson, G. L., "A simplification of the protein assay method of Lowry *et al.* which is more generally applicable", *Analytical Biochemistry*, Vol. 83, No. 2, p. 346-356, 1977.
3. Shao, Y., & Lin, A. H. M., "Improvement in the quantification of reducing sugars by miniaturizing the Somogyi-Nelson assay using a microtiter plate", *Food Chemistry*, Vol. 240, p. 898-903, 2018.

**Agradecimientos:** Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el otorgamiento de la beca 2022-000002-01NACF-02611 para la realización de los estudios de maestría del Ing. Germán de Jesús Pérez González (CVU 1186197).

## DESARROLLO DE UNA CREMA COMESTIBLE DE AVELLANA, ALMENDRA, AMARANTO Y QUERCETINA

Área: Alimentos

Mizraim Jafet Montes Barradas<sup>a</sup>, Rosa Isela Guzmán Gerónimo<sup>a</sup>, Luz Alicia Pascual Pineda<sup>a</sup>, María Remedios Mendoza López<sup>a</sup>, Micloth López del Castillo Lozano<sup>b</sup>, Alma Vázquez Luna<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Veracruzana, Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Básicas, Xalapa, Veracruz, México.

[mizraim.ingeniero@gmail.com](mailto:mizraim.ingeniero@gmail.com)

Palabras clave: crema, avellana, microondas, formulación.

### Resumen

El objetivo de esta investigación fue desarrollar una crema untada comestible mediante la aplicación de tecnologías no convencionales para lograr obtener un producto con propiedades sensoriales agradables y saludables para el consumidor. La formulación consistió en agregar avellana, almendra, amaranto, chocolate, vitamina E, vainilla, lecitina de soja y quercetina. La avellana y la almendra se procesaron previamente en el microondas a 465 W/5 min; el perfil de ácidos grasos se evaluó mediante GC-MS. Al producto se le determinó la composición nutricional, así como el nivel de agrado mediante un análisis sensorial en 100 consumidores. Posteriormente, se almacenó el producto a 25°C y 35°C, determinando el índice de peróxidos, acidez, así como los polifenoles totales durante 56 días. El perfil de ácidos grasos mostró un alto contenido de ácido oleico en avellanas y almendras ( $78.34 \pm 1.77\%$  y  $71.32 \pm 2.83\%$ ) y linoleico en el amaranto ( $78.94 \pm 1.93\%$ ). La composición nutricional mostró los siguientes resultados por cada 100 g de producto: humedad ( $3.55 \pm 0.46$  g), cenizas ( $1.20 \pm 0.22$  g), proteínas ( $4.25 \pm 0.10$  g), grasas ( $50.55 \pm 0.38$  g), carbohidratos ( $40.32 \pm 0.45$  g) y sodio ( $0.13 \pm 0.0$  g). La prueba sensorial arrojó una calificación promedio de 6 en una escala hedónica de 7 puntos, lo cual indicó un nivel de agrado "me gusta" en el producto. Durante el almacenamiento se observó una mayor estabilidad del producto a temperatura de 25°C, con valores de peróxidos ( $0.0074 \pm 0.00$  meq O<sub>2</sub>/kg), acidez oleica ( $0.33 \pm 0.02\%$  de ácido oleico) y polifenoles totales ( $7.63 \pm 0.00$  mg EAG/g). Finalmente, se demostró que el tostado por microondas mantuvo el perfil de ácidos grasos, predominando los ácidos grasos monoinsaturados y no se detectaron ácidos grasos trans. Este producto logró proporcionar el 15% de la recomendación diaria de polifenoles en 18 g de crema. El producto tuvo una aceptabilidad agradable por los consumidores y el producto presentó estabilidad oxidativa, así como una retención del 92.6% de los polifenoles totales al final del almacenamiento a 25°C durante 56 días.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Polat, s. "Comparison of some chemical, textural and sensorial properties of commercial hazelnut-cacao spreads". *Gıda*, 46(1), 190-200, 2020.

**Agradecimientos:** Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de Maestría.

## INFLUENCIA DEL USO DE HIERBA MORA SOBRE LA EXPANSIÓN Y EL COLOR DE UNA BOTANA EXTRUDIDA A BASE DE MAÍZ MORADO

Área: Alimentos

José Antonio Pérez-Cortes<sup>a</sup>, Juan Gabriel Torruco-Uco<sup>a</sup>, Enrique Ramírez-Figueroa<sup>a</sup>, Betsabé Hernández-Santos<sup>a</sup>, Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera<sup>b</sup>, Jesús Rodríguez-Miranda<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Tuxtepec, Tuxtepec, Oaxaca, México.

<sup>b</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Zongolica, Zongolica, Veracruz, México.

[jesrodmir@gmail.com](mailto:jesrodmir@gmail.com); [jesus.rm@tuxtepec.tecnm.mx](mailto:jesus.rm@tuxtepec.tecnm.mx)

Palabras clave: botana, color, extrudidos, *Solanum nigrescens*, *Zea mays*.

### Resumen

La *Solanum nigrescens* conocido como hierba mora, negra o makoi, es una planta herbácea, nativa de México extendiéndose hasta Costa Rica [1]. Los principales componentes encontrados en esta planta son: cumarinas, antraquinonas, flavonoides, taninos y saponinas, así como proteínas de 18-22%, cenizas 1.2-8.81%, carbohidratos 1.6-2.23%, fibra 14.6-18.26%, grasas 1.85-6.64%, humedad 55.15-59.11% y extracto libre de nitrógeno 56.94-60.71% [2]. Una alternativa, para incrementar su consumo es proponer su uso en la elaboración de una botana, ya que estas, son productos que pueden elaborarse mediante el proceso de extrusión. Las botanas normalmente presentan un bajo aporte nutrimental, y con alto contenido de carbohidratos y grasas saturadas. Actualmente la industria de los alimentos se ha enfocado en la elaboración de botanas de fuentes no convencionales y enriquecer su aporte nutricional [3]. El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia del uso de hierba mora sobre el radio de expansión (RE) y cambio de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) de una botana extrudida a base de maíz morado. Se utilizó un diseño de experimentos central compuesto con tres variables independientes (Temperatura: 125-175 °C, Contenido de humedad en la alimentación: 18-25% y el contenido de hierba mora en maíz morado: 0-50%). Los resultados se analizaron por regresión lineal múltiple. El incremento del contenido de hierba mora en la formulación presentó un efecto lineal y cuadrático negativo ( $p < 0.05$ ) sobre el RE,  $L^*$  y  $a^*$ . Mientras que las variables estudiadas no presentaron efectos significativos ( $p > 0.05$ ) sobre  $b^*$ . Los resultados muestran una disminución del RE y luminosidad ( $L^*$ ) al incrementarse la concentración de la harina de hierba mora en la mezcla, así como tonos de color verde más intensos ( $-a^*$ ), pero podría incrementar el contenido nutricional de la botana, por lo que, se recomienda hacer más investigación en este sentido.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Aabideen, Z. U., Mumtaz, M. W., Akhtar, M. T., Raza, M. A., Mukhtar, H., Irfan, A., Raza, S. A., Nadeem, M., & Ling, Y. S. "Anti-obesity effect and UHPLC-QTOF-MS/MS based metabolite profiling of *Solanum nigrum* leaf extract", *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, Vol. 12, No. 4, p. 164-174, 2022.
2. Mohyuddin, A., Kurniawan, T. A., Khan, Z-u-d., Nadeem, S., Javed, M., Dera, A. A., Iqbal, S., Awwad, N. S., Ibrahim, H. A., Abourehab, M. A. S., Rabea, S., Elkaced, E. B., Asghar, M. N., & Saeed, S. "Comparative insights into the antimicrobial, antioxidant, and nutritional potential of the *Solanum nigrum* complex", *Processes*, Vol. 10, No. 8, p. 1455, 2022.
3. Téllez-Morales, J. A., & Rodríguez-Miranda, J. "Improved extrusion cooking technology: A mini review of starch modification", *Journal of Culinary Science & Technology*, Vol. 1, No. 1, p. 1-10, 2023.

Agradecimientos: Agradecemos al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento para llevar a cabo esta investigación.

## EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE DIFUSIVIDAD EFECTIVA Y LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL GRANO DE CAFÉ TOSTADO EN UN TOSTADOR DE CILINDRO ROTATORIO

Área: Alimentos

Ma. Del Rosario Vázquez-Pimentel<sup>a</sup>, Jorge Arturo Romero-Bustamante<sup>a</sup>, Dr. Oscar González-Ríos<sup>b</sup>, Jazael Gpe. Moguel-Castañeda<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa Veracruz, México.

<sup>b</sup>Tecnológico Nacional de México campus Veracruz, Xalapa Veracruz, México.

[jamoguel@uv.mx](mailto:jamoguel@uv.mx)

Palabras clave: tostado de café, análisis sensorial, coeficiente de difusión, ANOVA.

### Resumen

El tostado es el proceso clave en la preparación de la bebida de café, debido a que su sabor característico se produce en esta etapa. Durante el tostado, el grano verde sufre diversas transformaciones fisicoquímicas, las cuales dependen de la temperatura, el tiempo y el tipo de tostado [1]. Así mismo, en el tueste se lleva a cabo transferencia de masa y energía dentro y fuera del grano de café, generando cambios en términos de peso, densidad, humedad, color y sabor [2]. Específicamente, en la literatura se encuentran diferentes investigaciones acerca del proceso de transporte de masa [3], pero aún no se han determinado los efectos de las diferentes variables sobre el proceso difusivo y su correlación con la calidad sensorial de las infusiones de café. Por lo anterior, este trabajo tiene como propósito evaluar y analizar la cinética de secado de los granos de café (*Coffea Arabica L*) durante el tostado. Esto mediante un diseño experimental basado en el ajuste de la segunda ley de Fick para el cálculo del coeficiente de difusividad efectiva (*Deff*) a partir de datos experimentales. El diseño experimental se basa en tres diferentes temperaturas de precalentamiento (*Tp*) y dos niveles de tueste (medio y oscuro) en un equipo tostador cilíndrico-rotatorio. Lo anterior con el propósito de determinar si influyen de forma significativa en el proceso de transporte difusivo durante el tostado. Se utilizó el análisis estadístico de varianza (ANOVA) y la metodología de superficie de respuesta (MSR) para identificar una combinación óptima del grado de tostado y la temperatura de precalentamiento. Los resultados obtenidos mostraron que el cambio en el coeficiente *Deff* es directamente proporcional al incremento de la temperatura de precalentamiento del equipo, presentado valores aproximados a  $3.42 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$  para tuestes medios y  $3.63 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$  para tostados oscuros. Los gráficos de superficie de respuesta indicaron que las condiciones de mayor difusividad efectiva se obtuvieron a  $Tp=240 \text{ }^\circ\text{C}$  con un tostado oscuro. Los indicadores de evaluación sensorial se vieron afectados por el grado de tostado y la temperatura de precalentamiento, arrojando una tendencia al aumento con excepción de la acidez.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Nolasco, A., Squillante, J., Velotto, S., D'Auria, G., Ferranti, P., Mamone, G. and Esposito, F, Valorization of coffee industry wastes: Comprehensive physicochemical characterization of coffee silverskin and multipurpose recycling applications, *Journal of Cleaner Production*, 370, 133520, 2022.
2. Phitakwinai, S., Thepa, S., & Nilnont, W, "Thin-layer drying of parchment Arabica coffee by controlling temperature and relative humidity", *Food science & nutrition*, 7(9), 2921-2931, 2019.
3. Sano, Y., Kubota, S., Kawarazaki, A., Kawamura, K., Kashiwai, H., & Kuwahara, F, "Mathematical model for coffee extraction based on the volume averaging theory". *Journal of food engineering*, 263, 1-12, 2019.

## PAN FERMENTADO CON GRANOS DE KÉFIR: UNA NUEVA OPCIÓN CULINARIA

Área: Alimentos

Mariana Ivette Baños López<sup>a</sup>, Rosario Adriana Reyes Díaz<sup>a</sup>, Edgar Ismael Gasperín Rodríguez<sup>a</sup>,  
César Alberto Roldán Cruz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Nutrición, Universidad Veracruzana-Región Veracruz, Calle Carmen Serdán 5, Salvador Díaz Mirón,  
Veracruz, Ver, 91700, México.  
[marianabl31@hotmail.com](mailto:marianabl31@hotmail.com)

Palabras clave: probióticos, kéfir, agente leudante, pan.

### Resumen

Los granos de kéfir están compuestos por cultivos de bacterias y levaduras incrustadas en estructuras de polisacáridos bacterianos y tienen un amplio espectro de microorganismos probióticos, éstos contienen bacterias vivas que pueden beneficiar a la salud, mejoran el equilibrio microbiano y el sistema inmunológico (Guzel-Seydim *et al.*, 2021). Por otro lado, el pan es una parte importante de la dieta humana, y la elaboración de pan es uno de los procesos más antiguos de diferentes épocas históricas en todo el mundo, en México, el consumo *per cápita* de pan es de 33.5 kg, de los cuales entre el 70% y el 75% corresponde a pan blanco (Secretaría de Economía, 2017), siendo esto un factor importante tanto en la economía como en la alimentación mexicana, por ende la importancia de proponer alternativas más nutritivas y/o beneficiosas para la salud del consumidor manteniendo el bajo costo de producción.

En este sentido, se elaboró un pan con granos de kéfir de agua, que conlleva a una fermentación más lenta con el objetivo de aumentar su valor nutricional y mantener las características físicas propias de un pan. La elaboración de pan se realizó mediante la metodología propuesta por Plessas *et al.*, 2004 con algunas modificaciones. La evaluación organoléptica demostró que no hay diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) respecto a un control elaborado con levadura tradicional. El contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos y fibra, fue  $9.0 \pm 0.52 \text{g}^{-1} \cdot 100\text{g}$ ,  $1.0 \pm 0.7 \text{g}^{-1} \cdot 100\text{g}$ ,  $55.0 \pm 3.2 \text{g}^{-1} \cdot 100\text{g}$  y  $2.0 \pm 0.2 \text{g}^{-1} \cdot 100\text{g}$ , respectivamente. Referente a la textura, el pan elaborado con kéfir respecto al control obtuvo mayor dureza (~15%), mayor elasticidad (~20%), menor cohesividad (~8%) y mayor gomosidad (~5%). Estos resultados pueden deberse a la actividad de los granos de kéfir sobre la fermentación de almidones de la harina, disminuyendo la retrogradación de éstos y aumentando la retención de agua con una menor producción de dióxido de carbono y la posible aparición de fracciones proteicas que dan las características texturales obtenidas. Se concluye que el uso de granos de kéfir es una alternativa viable para aumentar su valor nutricional y con ligeras modificaciones físicas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Plessas, S., Pherson, L., Bekatorou, A., Nigam, P., & Koutinas, A. A. (2005). "Bread making using kefir grains as baker's yeast". *Food chemistry*, 93(4), 585-589.
2. Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). "A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties". *Trends in Food Science & Technology*, 113, 42-53.
3. Secretaría de Economía, (2017) "Conoce más sobre la industria panificadora en México. [Conoce más sobre la industria panificadora en México](#)" | [Secretaría de Economía](#) | [Gobierno](#) | [gob.mx](#) ([www.gob.mx](#)) 25 de Mayo de 2023 10:42 horas.

**Agradecimientos:** Agradecemos a la Facultad de Nutrición por el apoyo brindado para esta investigación.

## EFFECTO DE LA CÁSCARA DE MELÓN SOBRE LA TEXTURA Y EXPANSIÓN EN LA ELABORACIÓN DE BOTANAS EXTRUDIDAS A BASE DE ALMIDÓN DE MAÍZ ENRIQUECIDA CON AISLADO PROTEICO DE SOYA

Área: Alimentos

Andrea Ángeles-Hernández<sup>a</sup>, Erasmo Herman-Lara<sup>a</sup>, Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera<sup>b</sup>, Juan Gabriel Torruco-Uco<sup>a</sup>, Enrique Ramírez-Figueroa<sup>a</sup>, Betsabé Hernandez-Santos<sup>a</sup>, Jesús Rodríguez-Miranda<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Tuxtepec, Tuxtepec, Oaxaca, México.

<sup>b</sup>Tecnológico Nacional de México, Campus Zongolica, Zongolica, Veracruz, México.

[jesrodmir@gmail.com](mailto:jesrodmir@gmail.com); [jesus.rm@tuxtepec.tecnm.mx](mailto:jesus.rm@tuxtepec.tecnm.mx)

Palabras clave: *Cucumis melo L.*, maíz, soya, subproductos, textura.

### Resumen

La extrusión se ha utilizado para producir una amplia variedad de productos alimenticios tales como las botanas y estas se han convertido en una parte importante de los hábitos alimentarios de diversos países a nivel mundial [1]. Se han desarrollado botanas con mayor contenido nutricional al incorporar fuentes vegetales como legumbres, verduras y frutas, así como el uso de residuos agroindustriales ricos en compuestos bioactivos y fibra dietaria [2]. En la actualidad la búsqueda de materias primas que presenten un mayor beneficio en la salud del consumidor, siendo esta clave para el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios ha ido en aumento. Diversas investigaciones han reportado que la cáscara de melón presenta contenidos más altos de compuestos fenólicos y ácido ascórbico que en la pulpa. El melón (*Cucumis melo L.*) pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, y es una de las frutas más populares cultivadas en los países tropicales [3]. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la cáscara de melón (CM) sobre la textura y la expansión en la elaboración de botanas extrudidas a base de almidón de maíz (AM) enriquecida con aislado proteico de soya (APS). Se utilizó un diseño de experimentos central compuesto con cuatro variables: temperatura (T) (120-170 °C), contenido de humedad (CH) (16-25%), contenido de APS/AM (25-40%) y contenido de CM (10-25%). Los resultados se analizaron por regresión lineal múltiple. El aumento de la CM disminuyó la expansión de los extrudidos. El aumento de la T disminuyó ( $p < 0.05$ ) la textura y la expansión. El aumento del CH disminuyó ( $p < 0.05$ ) la expansión. El aumento de APS/AM incrementó ( $p < 0.05$ ) la textura. Las interacciones T-CH, T-APS/AM, CHA-APS/AM y APS/AM-CM disminuyeron ( $p < 0.05$ ) la textura de los extrudidos, mientras que las interacciones CHA-APS/AM y CHA-CM aumentaron ( $p < 0.05$ ) la expansión de los extrudidos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Téllez-Morales, J. A., Herman-Lara, E., Gómez-Aldapa, C. A., & Rodríguez-Miranda, J. "Techno-functional properties of the starch-protein interaction during extrusion-cooking of a model system (corn starch and whey protein isolate)". *LWT*, Vol. 132, No. 1, p. 109789, 2020.
2. Hernández-Santos, B., Juárez-Barrientos, J. M., Torruco-Uco, J. G., Ramírez-Figueroa, E., Ramírez-Rivera, E., Bautista-Viazcan, V. O., & Miranda, J. R. "Physicochemical properties of extruded ready-to-eat snack from unripe plantain blends, pineapple by-products and stevia". *Nova Scientia*, Vol. 13, No. 27, p. 2021.
3. Téllez-Morales, J. A., Hernández-Santos, B., & Rodríguez-Miranda, J. "Impact of the melon juice clarification method on the physicochemical properties of an alcoholic beverage". *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 45, No. 5, p. e15427, 2021.

## CARACTERIZACIÓN ANTIOXIDANTE DE MEZCLAS DE POLVO DE HOJA DE HIERBA MORA Y SÉMOLA DE TRIGO

Área: Alimentos

Daubri Gabriela Cruz-Ordaz, Juan Gabriel Torruco-Uco, Jesús Rodríguez-Miranda, Enrique Ramírez-Figueroa, Mónica Rivera-Rivera, Betsabé Hernández-Santos  
Tecnológico Nacional de México, Campus Tuxtepec, Tuxtepec, Oaxaca, México.  
[bethersan19@gmail.com](mailto:bethersan19@gmail.com); [betsabe.hs@tuxtepec.tecnm.mx](mailto:betsabe.hs@tuxtepec.tecnm.mx)

Palabras clave: *Solanum nigrescens*, sémola de trigo, mezclas, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante.

### Resumen

La hierba mora (*Solanum nigrescens*) es una planta herbácea que crece de manera silvestre [1], endémica de la región del Papaloapan, siendo una de las plantas más ampliamente consumidas por su fácil adquisición. Se utiliza en el tratamiento contra enfermedades y padecimientos tales como afecciones respiratorias, afecciones gastrointestinales, afecciones externas de la piel, entre otros usos gastronómicos [2]. Sin embargo, al igual que otras especies silvestres, cuanta con escasa evidencia científica que compruebe y demuestre estas propiedades terapéuticas, es por ello que en esta investigación surge el interés de realizar estudios de extracción de compuestos bioactivos, capacidad antioxidante para su posible incorporación como aditivo en la industria alimentaria, en este sentido el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la proporción de polvo de hierba mora (HM) en mezcla con harina de sémola de trigo (ST) sobre el contenido de polifenoles totales, flavonoides totales y la capacidad antioxidante por el método de DPPH. Las proporciones (%) de las mezclas de HM y ST fueron las siguientes: 0HM:100ST, 19HM:81ST, 26HM:74ST, 15HM:85ST, 22HM:78ST, 04HM:96ST, 08HM:92ST, 30HM:70ST. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. El mayor contenido de polifenoles se encontró en la mezcla 15HM:85ST y el menor valor lo presentó la mezcla 0HM:100ST, mientras que para el contenido de flavonoides los tratamientos que contenían mayor concentración de HM fueron los que presentaron el mayor valor, así como mayor capacidad antioxidante. Por lo tanto, la HM podría ser una alternativa de aditivo en la elaboración de nuevos productos a base de semola de trigo ya que presenta un potencial como fuente de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante.

### Referencias y citas bibliográficas

1. González-Insuasti, M. S., & Caballero, J. "Managing plant resources: How intensive can it be?". *Human ecology*, Vol. 35, p. 303-314, 2007.
2. Nandita, D., Muthukumar, S. P., & Murthy, P. S. "Solanum nigrum leaf: natural food against diabetes and its bioactive compounds". *Research Journal of Medicinal Plant*, Vol. 10, No 2, p. 181-193. 2016.

## OBTENCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *LAVANDULA Y ROSMARINUS OFFICINALIS*, EMPLEANDO EXTRACCIÓN CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL

Área: Ambiental

Wendy Y. Villastrigo López<sup>a\*</sup>, Aide Sáenz Galindo<sup>a</sup>, Miriam D. Dávila Medina<sup>a</sup>, Adali O. Castañeda Facio<sup>a</sup>,  
Christian J. Cabello Alvarado<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Saltillo, Coahuila. Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés. C.P. 25280. Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>CONACYT-Centro de Investigación en Química Aplicada, Enrique Reyna H. No.140, San José de los Cerritos, C.P. 25294, Saltillo, Coahuila, México.

[wendy\\_lopez@uadec.edu.mx](mailto:wendy_lopez@uadec.edu.mx)

Palabras clave: compuestos bioactivos, microondas, calentamiento convencional, lavanda, romero.

### Resumen

Las plantas poseen compuestos bioactivos que le brindan múltiples propiedades de interés. *Lavandula y Rosmarinus officinalis* pertenecen a la familia Lamiaceae y son ampliamente utilizadas, debido a que poseen numerosos compuestos bioactivos que les brindan propiedades antibacterianas, antioxidantes, anticancerígenas y antifúngicas<sup>1</sup> entre otras. Por ello, la extracción de estos compuestos ha sido de interés para la industria alimenticia, farmacéutica e inclusive cosmética. Tradicionalmente los métodos de extracción que se emplean son maceración, hidrodestilación y soxhlet. Sin embargo, estas técnicas utilizan grandes cantidades de disolventes y requieren de largos periodos de tiempo para la extracción, que van desde las 8 hasta las 24 h<sup>2</sup>. Debido a esto, en el presente trabajo de investigación se llevó a cabo una comparación de métodos de extracción de compuestos bioactivos, de hojas secas de *Lavandula y Rosmarinus officinalis* empleando calentamiento convencional y microondas. Para el tratamiento por microondas se utilizó un reactor Ultrasonic Microwave Cooperative Workstation modelo XO.SM400, mientras que para el tratamiento convencional se empleo una parrilla de calentamiento y se usó etanol como disolvente extractor. En la extracción por calentamiento convencional se obtuvieron porcentajes de rendimiento de 13.94 % y 14.07 % en *Lavandula y Rosmarinus officinalis*, respectivamente, mientras que, en la extracción por microondas, fueron de 10.84 % para *Lavandula officinalis* y 8.56 % en *Rosmarinus officinalis*. Además, mediante espectroscopía de infrarrojo (FTIR-ATR) y cromatografía líquida de alta resolución acoplada a masas (HPLC-MS) se identificaron compuestos bioactivos característicos, tales como ácido rosmarínico, rosmanol y carnosol, entre otros. Finalmente, en el ensayo de propiedades antibacterianas, se demostró que los extractos obtenidos de *Rosmarinus y Lavandula officinalis* por ambos métodos poseen propiedades antibacterianas frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Ambos tratamientos son una alternativa para llevar a cabo la extracción de compuestos bioactivos de interés con excelentes rendimientos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Pirzad, A. & Mohammadzadeh, “Water use efficiency of three mycorrhizal Lamiaceae species (*Lavandula officinalis*, *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris*)”, *Agricultural Water Management*, 31, 1-10, (2018).
2. Wong, J., Aguilar, P., Veana, F. & Muñoz, B, “Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la extracción de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos”, *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1-11, (2020).

**Agradecimientos:** Se agradece a CONAHCYT por la beca otorgada 836035 y al proyecto, así como al apoyo proporcionado a través del proyecto SEP-CONACYT Ciencias Básica 2017-2018 CB2017-2018 A1-S-44977.

## EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *ROSMARINUS OFFICINALIS* Y *THYMUS VULGARIS*: COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL CONTRA MICROONDAS

Área: Ambiental

Juanita Daria Flores Valdez<sup>a</sup>, Aidé Sáenz Galindo<sup>a</sup>, Claudia Magdalena López Badillo<sup>a</sup>, Felipe Avalos Belmontes<sup>a</sup>, Juan Alberto Ascacio Valdés<sup>a</sup>, Sandra Cecilia Esparza González<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés. C.P. 25280. Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Odontología, Avenida Dra. Cuquita Cepeda de Dávila s/n. Col. Adolfo López Mateos C.P. 25125. Saltillo, Coahuila, México.

[juanitaflores@uadec.edu.mx](mailto:juanitaflores@uadec.edu.mx)

Palabras clave: romero, tomillo, extractos, bioensayos.

### Resumen

Las plantas mediterráneas, como el romero (*Rosmarinus officinalis*) y el tomillo (*Thymus vulgaris*), han despertado un gran interés debido a que presentan un alto contenido de polifenoles y carotenoides los cuales se atribuyen con las propiedades que poseen, tales como, antivirales, antiinflamatorias, anticardiovasculares, herbicidas, analgésicas, antioxidantes, entre otras (1). Debido a esto, en este trabajo se presenta la comparación entre un método convencional de extracción (MC) y otro asistido por microondas (MM) utilizando romero y tomillo. Para llevar a cabo esto, se colocaron 100g de planta molida en un reactor y se añadió 1L de etanol absoluto. Las condiciones para el MC fueron 70 °C por 30 min, mientras que para el MM 70 °C, 30 min a 800 W. Después se filtraron y se rotaevaporaron para obtener cada uno de los extractos (extracto de romero por microondas (ERM), romero por convencional (ERC), tomillo por microondas (ETM) y tomillo por convencional (ETC)). Ya obtenidos los extractos se prosiguió a calcular su porcentaje de rendimiento el cual fue mayor en el MC para ambas plantas siendo para el romero de 15 % y tomillo 8 %. Después se realizaron ensayos de solubilidad en disolventes polares (agua, etanol, metanol y acetona) y no polares (hexano y xileno), todos los extractos presentaron una solubilidad (1mg/mL) en los disolventes polares, exceptuando el agua. Posteriormente se realizó la caracterización mediante FTIR-(ATR) y HPLC, encontrando compuestos bioactivos típicos, para ambos métodos, del extracto de romero (ácido rosmarínico, rosmanol, ácido carnósico, etc.) y tomillo (ácido rosmarínico, ácido carnósico, ácido cafeico, etc.). También se realizaron bioensayos frente a *E. coli* y *S. aureus* para determinar su actividad antibacteriana, donde se encontró que los extractos de ETC y ERC presentaron una mejor inhibición frente a estas bacterias. Por lo que, debido a los resultados obtenidos se concluye que para ambos métodos tanto el convencional como el de microondas se obtienen propiedades y compuestos similares, sin embargo el MC presentó un mayor porcentaje de rendimiento, así como una mejor inhibición en los bioensayos frente a *E. coli* y *S. aureus*.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Paulo Munekata, Cristina Alcántara, Thiana Žugčić, Radhia Abdelkebir, María Carmen Collado, Jose García, Anet Režek, Mohsen Gavahian, Francisco J. Barba, José M. Lorenzo, "Impact of ultrasound-assisted extraction and solvent composition on bioactive compounds and in vitro biological activities of thyme and rosemary", *Food Research International*, Vol. 134, 2020.

**Agradecimientos:** A la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, así como al CONAHCYT por el apoyo con la beca otorgada 833721.

## MODIFICACIÓN QUÍMICA DE ALMIDÓN CON SALES DE AMONIO Y SU ESTUDIO COMO SUPRESOR DE POLVOS

*Área: Ambiental*

Luis Carlos Mata Gómez<sup>a</sup>, Claudia Magdalena López Badillo<sup>a</sup>, Iván de Jesús Zapata González<sup>b</sup>, Eric Pollet<sup>c</sup>, Luc  
Avérous<sup>c</sup>, Nancy Verónica Pérez Aguilar<sup>a</sup>, Ernesto Oyervides Muñoz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>c</sup>Université de Strasbourg, Estrasburgo, Francia.

[luis.mata@uadec.mx](mailto:luis.mata@uadec.mx), [ernesto.oyervides@uadec.edu.mx](mailto:ernesto.oyervides@uadec.edu.mx)

*Palabras clave: Biopolímero, Almidón, Material particulado*

### Resumen

El control de polvo y la mala calidad del aire representan grandes problemas ambientales a nivel mundial y severos daños a la salud. Las medidas tradicionales para mitigar la erosión de material particulado producido por la industria minera incluyen principalmente agua, que es una solución temporal debido a su alta tasa de evaporación; sales inorgánicas que son altamente corrosivas que contaminan los mantos acuíferos a la larga, además que modifican las propiedades del suelo (en la agricultura); productos orgánicos no derivados del petróleo, productos derivados del petróleo, aditivos electroquímicos, productos cementantes, arcillas, además de polímeros (Bolander and Yamaa, 1999; Yonkofski et. al., 2018). Los biopolímeros son compuestos renovables, no tóxicos, y sustentables que pueden ser obtenidos de materiales orgánicos o microorganismos. Estos son compuestos con amplias aplicaciones en la industria de alimentos, textil, papelera, producción de aceite, construcción y farmacéutica (Thombare et. al., 2016). Debido a lo anterior, los biopolímeros se ha investigado para mejorar las propiedades del suelo, tales como: dureza, permeabilidad, compresión, resistencia a la erosión. Algunos biopolímeros investigados han sido las gomas guar y xantana, co-polímeros de almidón, celulosa, y quitosano. Sin embargo, los procesos de obtención de gomas y co-polímeros son mayormente complicados y laboriosos. Por lo que es importante investigar nuevas alternativas, como las sales de amonio cuaternarias, que son compuestos biodegradables y fáciles de injertar a las moléculas de los biopolímeros, que pueden proporcionar la propiedad aglomerante y de mayor retención hídrica. En este trabajo se sintetizó una nueva sal de amonio (1 – amina, 2 – trimetilamina etano) y se injertó en almidón previamente oxidado, para evaluar sus propiedades como supresor de polvo. Se compararon las propiedades de retención de humedad, esfuerzo a la compresión y aglomeración de polvo con respecto al control (agua), y almidón convencional, mejorando la retención de humedad durante las 6 h evaluadas respecto a los controles mencionados. En los resultados también se observa una mayor aglomeración del material particulado y mejores propiedades mecánicas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Bolander, P., & Yamada, A. (1999). “Dust palliative selection and application guide (No. 9977 1207-SDTDC)”.
2. Yonkofski, C. M., Appriou, D., Song, X., Downs, J. L., Johnson, C. D., & Milbrath, V. C. (2018). “Water Application for Dust Control in the Central Plateau: Impacts, Alternatives, and Work Strategies (No. PNNL-28061)”. Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA (United States).
3. Thombare, N., Jha, U., Mishra, S., & Siddiqui, M. Z. (2016). “Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review”. *International journal of biological macromolecules*, 88, 361-372.

## REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES UTILIZANDO UNA CELDA DE ELECTROLISIS MICROBIANA

Área: Ambiental

P. García Sánchez<sup>1a</sup>, Y- Reyes-Vidal<sup>2b</sup>, J.A. Pérez-García<sup>3a</sup>, F.J. Bacame Valenzuela<sup>4ab</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro C.P. 76703, México.

<sup>b</sup>CONACYT-Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Parque Tecnológico Querétaro s/n, Sanfandila, Pedro Escobedo2, Querétaro 76703, México.

[pgarcia@cideteq.mx](mailto:pgarcia@cideteq.mx)

Palabras clave: sistemas bioelectroquímicos, consorcio microbiano, sulfametoxazol.

### Resumen

Actualmente se ha incrementado la presencia de contaminantes emergentes en aguas residuales, especialmente los antibióticos. Logrando el desarrollo de bacterias resistentes y afectaciones negativas al medio ambiente y la salud humana [1]. Los antibióticos empleados y el consumo indiscriminado de estos se ven reflejado por su presencia en plantas de tratamiento de agua residuales (PTAR). Ocasionalmente que se acumulen en lodos y entrando en contacto con microorganismos. Generando condiciones para adaptarse a los contaminantes y favoreciendo así su resistencia. Los microorganismos electrogénicos han sido utilizados en las tecnologías electroquímicas microbianas (TEM), las cuales basan su funcionamiento en la transferencia de electrones entre microorganismos y electrodos a través de un fenómeno conocido como transferencia extracelular electrónica [2], para la remoción de contaminantes. Se ha reportado una celda de electrolisis microbiana capaz de remover fármacos (paroxetina, venlafaxina y o-desmetilvenlafaxina) alrededor del 99 % [3]. El presente trabajo propone las celdas de electrolisis microbianas, un tipo de TEM, para la degradación de sulfametoxazol (SMX) [4] un compuesto de alto interés ya que es uno de los antibióticos más usados en la actualidad, utilizando un consorcio microbiano extraído de lodos activados de PTAR. Para este trabajo se utilizó una celda analítica tradicional de 3 electrodos y las técnicas voltamperometría cíclica (CV) y cronoamperometría (CA). Como electrodo de trabajo se utilizó tela de carbono, electrodo de referencia fue Ag|AgCl y contraelectrodo acero inoxidable, como electrolito se utilizó medio Luria Bertani con 20 ppm de SMX. Los estudios CV se realizaron a diferentes velocidades de barrido y 5 ciclos de barridos cíclicos. La colonización comenzó con la preparación de un inóculo del consorcio microbiano en caldo LB, incubado con una agitación de 150 rpm y 30°C durante 12 horas. Una vez acondicionado el consorcio microbiano, se procedió a la medición de las técnicas entre el consorcio y el electrodo de tela de carbono. La corriente media máxima registrada fue de  $\sim 2.95 \pm 0.50 \mu\text{A}$ . La cuantificación de SMX se llevó a cabo mediante cromatografía de líquidos (HPLC) en donde se obtuvo la remoción del 85%. Demostrando que inoculando una TEM con lodos de una PTAR como biocatalizador favorece la remoción de sulfametoxazol, esto se puede corroborar como un aumento en la corriente debido a la transferencia de electrones, así mismo este aumento nos indica un desarrollo de la biopelícula en el electrodo de trabajo.

### Referencias y citas bibliográficas

1. He, H. "Coupling Electrochemical and Biological Methods for 17 $\alpha$ -Ethinylestradiol Removal from Water by Different Microorganisms", *Journal of Hazardous Materials* (2017), núm. 340, pp. 120-129.
2. Reyes-Vidal, Y., J. Bacame-Valenzuela, J. Pérez-García, A. Hernández Palomares y F. Espejel Ayala. "Bio-Electrochemical Methods for the Recovery of Products from Wastewater", en P. Shah Maulin et al. (eds.). *Wastewater Treatment - Cutting Edge Molecular Tools, Techniques and Applied Aspects*. EE.UU.: Elsevier, (2021). pp. 295-310.
3. Dilan Akagunduz, Rumeysa Cebecioglu, Murat Ozdemirb and Tunc Catal, *Water Science & Technology* (2021). Vol 84 No 4, 931.
4. Wu, D., F. Sun e Y. Zhou. "Degradation of Chloramphenicol With Novel Metal Foam Electrodes in Bioelectrochemical Systems", *Electrochimica Acta* (2017), núm. 240, pp. 136-145.

## EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE RESIDUOS DE CASCARA DE MANZANA COMO RECUBRIMIENTO ECOLÓGICO ANTICORROSIVO

*Área: Ambiental*

Brandon Jesús Álvarez Mendoza<sup>a</sup>, María Yesenia Díaz Cárdenas<sup>b</sup>, Paola Fernanda Guerrero Contreras<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Coacalco de Berriozábal, Estado de México, México.

[brandon\\_jesus.igu@tesco.edu.mx](mailto:brandon_jesus.igu@tesco.edu.mx)

*Palabras clave: manzana, anticorrosivo, recubrimiento, extracto, metales.*

### Resumen

Con la intención de buscar nuevas alternativas amigables con el medio ambiente y aprovechar los residuos orgánicos de la zona de Coacalco del Edo, de México. En este proyecto se realizó un tratamiento de extracción a la cascara de manzana y se estudió su comportamiento para la protección contra la corrosión en acero. Como resultados preliminares del proyecto se realizaron mediante un tratamiento de limpieza para las cáscaras residuales de manzana recolectadas en la zona, posteriormente se extrajeron los componentes orgánicos polares. Se emplearon tres diferentes concentraciones del extracto (50, 100 y 500 ppm) en medio ácido. El estudio del comportamiento sobre la superficie de acero 1018, se realizó a potencial libre durante 48 h por medio de los cálculos de la pérdida de masa y la medición de los potenciales y la corriente. Las pruebas se realizaron por triplicado y el tratamiento se llevó a cabo de acuerdo con la norma ASTM G1. Las superficies tratadas se caracterizaron en microscopio metalográfico, donde se observan las capas de óxidos formadas en presencia y ausencia de los componentes de la cáscara de manzana.

### Referencias y citas bibliográficas

1. M. Y. Díaz Cardenas, M. G. Valladares Cisneros, S. Lagunas Rivera, V. M. Salinas Bravo, R. Lopez Seneses, "Peumus boldus extract as corrosion inhibitor for carbon Steel in 0.5 M sulfuric acid", *Green Chemistry Letters and Reviews*, Volume 10, 2017, del sitio: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17518253.2017.1369167>
2. Mohammed A, Amin, "Weight loss, polarization, electrochemical impedance spectroscopy, SEM and EDX studies of the corrosion inhibition of copper in aerated NaCl solutions", *Journal of Applied Electrochemistry*, pp. 215-226, 2005, del sitio: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10800-005-9055-1>
3. Lesly Tejeda Benítez, Pedro Meza Castellar, Edgar Altamiranda Percy, María Berrocal Bravo, "Uso de extractos de plantas como inhibidores de corrosión" *Informador Técnico (Colombia)*, pp. 1-5, 2014.
4. ASTM G1, "Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens", *ASTM International*, 2011.

## ESTUDIO DE LA BIODEGRADACIÓN DE CEFOTAXIMA

*Área: Ambiental*

Danae Galván-Leija, Elsa Cervantes-González

Departamento de Ingeniería Química, Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera a Cedral km 5+600, Ejido San José de las Trojes 78700, Matehuala, S.L.P, México.

[elsa.cervantes@uaslp.mx](mailto:elsa.cervantes@uaslp.mx)

*Palabras clave: cefotaxima, biodegradación, bioprospección.*

### Resumen

Los antibióticos han sido catalogados como contaminantes emergentes debido a que se vierten continuamente al medio ambiente y por su naturaleza son poco biodegradables. Los sistemas actuales de tratamiento de agua no son capaces de eliminarlos, además propician la generación de cepas bacterianas resistentes a estos, provocando también un problema de salud [1]. En un esfuerzo por resolver la contaminación ambiental por fármacos, resulta muy importante la bioprospección, que es la búsqueda de componentes naturales y organismos con potencial uso, en este caso, de tolerar y biodegradar antibióticos [2].

La presente investigación comienza con la bioprospección con objetivo de encontrar poblaciones microbianas capaces de biodegradar el antibiótico cefotaxima. Se realizaron diversos ensayos de crecimiento en matraces Erlenmeyer de 125 mL, que contenían 40 mL de medio Luria Bertani diluido 1:10, cefotaxima en concentración de 30 mg/L e inóculo de distintos consorcios, a saber: dos consorcios bacterianos provenientes de lodos activados de una planta tratadora y tres consorcios de suelos contaminados con bifenilos policlorados. Se incubaron a 35 °C durante 24 h y fueron analizados mediante espectrofotometría UV- Vis de 250 a 700 nm, los resultados mostraron un notable crecimiento y un porcentaje de biodegradación del 33% al utilizar un consorcio proveniente de una muestra de suelo. Posteriormente, se realizaron ensayos de biodegradación con el consorcio seleccionado con cefotaxima a 30 mg/L y las mismas condiciones de incubación durante 72 h, el análisis de cuantificación se realizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), mostrando un porcentaje de biodegradación del 85%, que es un buen resultado comparado con lo obtenido por otros autores, quienes han investigado la biodegradación y obtuvieron el 100% de degradación de cefotaxima y otras cefalosporinas, mediante *Bacillus clausii* en 8 h, pero únicamente de 10 mg/L del antibiótico [3]. Cabe señalar que el presente trabajo está limitado a ensayos controlados a pequeña escala en laboratorio. Adicionalmente se evaluó la presencia de metabolitos producidos durante la biodegradación por cromatografía de líquidos y se detectó una nula actividad antibiótica de los productos sobre *Escherichia coli*, lo que indica que los metabolitos formados son menos tóxicos que el compuesto original.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Baldini, M. and Selzer, P. "Patrones de resistencia a antibióticos de enterococos aislados de aguas estuarinas". *Revista Argentina de Microbiología* 40: 48-51 (2008).
2. Reyes Almeida, G., & Vega Benites, S. S. "Bioprospección de microorganismos marinos del departamento del Atlántico". (2022).
3. Kong, X. X., Jiang, J. L., Qiao, B., Liu, H., Cheng, J. S., & Yuan, Y. J. "The biodegradation of cefuroxime, cefotaxime and cefpirome by the synthetic consortium with probiotic *Bacillus clausii* and investigation of their potential biodegradation pathways". *Science of the Total Environment*, 651, 271-280. (2019).

## ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL EJIDO SANTA GERTRUDIS, SAN FERNANDO, TAMAULIPAS, MEXICO

*Área: Ambiental*

Gloria Sandoval Flores, Sergio López Rojas, Sofía Alvarado Reyna, Rosalía Jiménez Hernández, Daniel Antonio Santillán Hernández

<sup>a</sup>Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, Reynosa, Tamaulipas. México.

[gsandoval@docentes.uat.edu.mx](mailto:gsandoval@docentes.uat.edu.mx)

*Palabras clave: análisis fisicoquímico, agua, ejido.*

### Resumen

Esta investigación atiende la problemática de calidad del agua de riego y consumo humano, presentada en la zona del municipio de Santa Gertrudis, San Fernando, Tamaulipas, México. Con el objetivo de entregar resultados de los análisis químicos y físicos realizados a las muestras para determinar el factor principal que degrada la calidad del agua y afecta de manera directa o indirecta la salud de las personas y el crecimiento del sorgo grano, cultivo de la zona.

Para el estudio se tomaron muestras de pozos de agua y tres puntos de agua superficiales, lo que incluye a dos canales de riego y el propio Río San Fernando. En la zona se han presentado casos de enfermedades estomacales a través del consumo de agua de pozo.

Los resultados obtenidos de los análisis indican la ausencia de hidrocarburos en los cuerpos de agua en los que fue realizado el muestreo. Un resultado negativo en hidrocarburos pesados nos indica, que el agua no está siendo afectada por la explotación de los pozos de gas, aun cuando dichos puntos de extracción se encuentran en funcionamiento y a una distancia relativamente cercana a los cuerpos de agua subterráneos. Las muestras de agua para uso de riego presentaron una conductividad alta, siendo el agua del Río San Fernando el máximo con 572.78  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una dureza total de 384 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . Para las muestras de agua de pozo, resultaron altas para el pozo 1 la conductividad de 864  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , una dureza total de 694 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  y una presencia de cloruros de 581.9 mg/L. Podemos concluir que los análisis nos presentan un estado salino debido a la filtración de una cantidad de sales que ha llegado a límites por encima del valor máximo permisible establecidas por las NOM debido a la excesiva actividad agrícola de la zona.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Agricultura. (2022). Obtenido de Gobierno del Estado de Tamaulipas: <https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrollorural/temas-del-sector/agricultura/>
2. Atlas Geológico Cuencas Sabinas-Burgos. (2022). Obtenido de CNH: [https://hidrocarburos.gob.mx/media/3093/atlas\\_geologico\\_cuencas\\_sabinas-burgos\\_v3.pdf](https://hidrocarburos.gob.mx/media/3093/atlas_geologico_cuencas_sabinas-burgos_v3.pdf)
3. Calidad del agua en México. (2022). Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>
4. CONAGUA. (Diciembre de 2020). Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Méndez-San Fernando, estado de Tamaulipas. Obtenido de [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/tamaulipas/DR\\_2802.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/tamaulipas/DR_2802.pdf).

## OBTENCIÓN DE PELÍCULAS POLIMÉRICAS A BASE DE QUITOSANO CON EXTRACTOS NATURALES

Área: Ambiental

Berenice Cardona Maldonado<sup>a</sup>, Aidé Sáenz Galindo<sup>a</sup>, Miriam Desireé Dávila Medina<sup>a</sup>, Adali O. Castañeda Facio<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés,  
C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México.

[aidesaenz@uadec.edu.mx](mailto:aidesaenz@uadec.edu.mx)

Palabras clave: quitosano, *Beta Vulgaris*, *Cinnamomum verum*, *Euphorbia pulcherrima*, *Persea americana Mill*.

### Resumen

El quitosano es un polímero obtenido de la quitina, se encuentra en los caparazones de los crustáceos, este presenta características como biocompatibilidad, biodegradabilidad y capacidad de formar películas. Las principales aplicaciones del quitosano son en campos industriales como la biomedicina, la cosmetología, la fabricación de papel, el tratamiento de aguas residuales, específicamente como coagulante, en la agricultura o aplicaciones farmacéuticas, entre otros<sup>1</sup> al incorporar extractos naturales con propiedades biológicas permite la oportunidad de mejorar algunas de estas propiedades. En la presente investigación se realizó un estudio de diferentes metodologías de extracción, convencionales contra alternas, con la finalidad de obtener los extractos naturales de *Beta Vulgaris*, la *Cinnamomum verum*, la *Euphorbia pulcherrima* y la *Persea americana Mill*, se usó como disolvente extractor etanol grado analítico, empleando una hora de extracción, vez obtenidos los extractos se determinó los porcentos de rendimientos y fue llevada a cabo la caracterización por FTIR(ATR), posteriormente se adicionó el 1% de estos extractos al quitosano, obteniendo películas delgadas, estas fueron caracterizada por espectroscopia FTIR(ATR), demostrando que las bandas características del quitosano, no se ven afectadas al incorporar los diferentes extractos, así mismo se llevaron a cabo estudios antibacterianos, encontrando mejoras importantes al incorporar los extractos a las películas de quitosano, este tipo de compuestos serán excelentes candidatos para ser probados en diferentes áreas sin descartar las propiedades médicas o ambientales.

### Referencias y citas bibliográficas

1. K. G. Espinosa Cavazos, A. Sáenz-Galindo, A. O. Castañeda Facio, "Películas de quitosano propiedades y aplicaciones", *AFINIDA*, Vol. 77, No. 591, 2020.
2. A. Muxika, A. Etxabida, J. Uranga, P. Guerrero, K de la Caba, "Chitosan as a bioactive polymer: Processing, properties and applications", *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 105, 2017.
3. K. Maldonado Lara, A. Rodríguez Herrera, F. G. Vázquez Álvarez, C. Hernández-Navarro, y J. F. Louvier Hernández, "Preparación y caracterización de películas de quitosano con extractos naturales para aplicaciones biomédicas", *MCNIB*, Vol. 3, No.º 1, p. 165–169, ago. 2017.
4. Brijesh K. Tiwari, "Ultrasound: A clean, green extraction technology", *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 71, p. 100-109, 2015.

**Agradecimientos:** Se agradece a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, por el apoyo brindado para llevar a cabo la presente investigación, así como al apoyo proporcionado a través del proyecto SEP-CONAHCYT Ciencias Básica 2017-2018 CB2017-2018 A1-S-44977.

## DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE *Aedes aegypti* AL INSECTICIDA QUÍMICO MALATIÓN EN EL SUR DE TAMAULIPAS

Área: Ambiental

Brisa Harleth Hernández Rodríguez<sup>a</sup>, Francisco A. Paredes Sánchez<sup>a</sup>, Nohemí Niño García, Mario Sánchez Sánchez<sup>a</sup>, Elsa Verónica Herrera Mayorga<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Mante, Tamaulipas, México.  
[evherrer@docentes.uat.edu.mx](mailto:evherrer@docentes.uat.edu.mx)

Palabras clave: susceptibilidad, insecticida, malatión, dengue.

### Resumen

El Dengue es una enfermedad transmitida por el insecto vector *Aedes aegypti*, constituyente hoy la arbovirosis más importante a nivel mundial. Para el año 2020 se reportaron en Tamaulipas 401 casos de Dengue grave y 1,880 casos de Dengue no grave. El control de *Aedes aegypti* se ha venido realizando mediante control cultural, control biológico y principalmente el control químico que incluye el uso del insecticida malatión, sin embargo, a la fecha se han reportado diferentes niveles de resistencia por parte de *Aedes aegypti*. El objetivo de este trabajo es evaluar la susceptibilidad de *Aedes aegypti* al insecticida malatión en la región de El Mante, Tamaulipas. La metodología se realizó en colaboración con el departamento de vectores del Centro de Salud de El Mante, Tamaulipas, quien determinó la distribución de las áreas de muestreo con mayor incidencia de *Aedes aegypti*. Para el muestreo se colocaron trampas de oviposición para la recolección de huevecillos; a los 7 días de exposición las ovitrampas con huevos de *Aedes aegypti* fueron llevadas al Laboratorio de Botánica de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, donde fueron eclosionadas las larvas y llevadas al tercer estadio para la realización del bioensayo; se evaluaron 3 tratamientos de malatión con diferentes concentraciones 0.1, 0.01 y 0.001 mg/mL, adicionalmente, se incluyó un control negativo y un control del disolvente DMSO al 2%. Para cada tratamiento se usaron 15 larvas las cuales fueron expuestas por un periodo de 24 h mediante aplicación tópica, transcurrido este tiempo se consideró muertas a aquellas larvas que no presentaron movimiento. A partir de los resultados del bioensayo se calculó el porcentaje de mortalidad, obteniendo un 100% para cada una de las 3 concentraciones, la mortalidad obtenida se presentó aún en concentraciones menores a las descritas por Vargas-Miranda y colaboradores en el 2019 quienes indicaron la ausencia de resistencia en su evaluación, lo que indica que, en la región de El Mante, Tamaulipas no existe resistencia al insecticida organofosforado malatión por parte de *Aedes aegypti*. Sin embargo, nuestros resultados difieren de los descritos por André de Souza y colaboradores quienes mediante experimentos *in situ* muestran que la cepa Foz do Iguazu necesita 1.76 veces más malatión que la cepa Rockefeller susceptible con una CL<sub>50</sub> de 1.92 veces mayor a la concentración, algo importante de resaltar que pudiera estar interfiriendo en la diferencia de resultados es el método de aplicación utilizado que consistió en nebulización de ultra bajo volumen y el estadio ya que trabajamos con larvas y ellos con el adulto. Aunque, el control negativo y el de DMSO al 2%, mostraron un 100% de supervivencia, lo que demuestra la validez de los resultados obtenidos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Uribe-Álvarez, C., & Chiquete Félix, N. (2017). "Las enfermedades transmitidas por vectores y el potencial uso de Wolbachia, una bacteria endocelular obligada, para erradicarlas". Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, 60(6), 51–55.
2. Fernández Salas, I. (2019). "Artrópodos vectores: tránsito de patógenos endémicos y emergentes y sus tendencias epidemiológicas en el México del siglo XXI". Revista Biomédica, 30(2), 31–32.
3. Vargas- Miranda, K; Troyo, A; Calderón- Arguedas O (2019). "Resistencia de *Aedes aegypti* (diptera: culicidae) a insecticidas organofosforados y piretroides en la localidad de Orotina, Alajuela, Costa Rica". Revista Costarricense de Salud Pública, 28(1), 15-24.

## DISEÑO DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL

*Área: Ambiental*

Jhonatan Mendez Valencia<sup>a</sup>, Eneida Reyes Pérez<sup>a</sup>, Lenin Sánchez Calderón<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Laboratorio de Ambiental. Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Apizaco Tlaxcala. México.

<sup>b</sup>Laboratorio de Genómica Evolutiva, Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas. México.

[eneida.reyes@uatx.mx](mailto:eneida.reyes@uatx.mx)

*Palabras clave: diseño, humedal, aguas residuales grises.*

### Resumen

Un humedal artificial es un sistema en el cual se lleva a cabo la descontaminación de aguas residuales por medio de procesos fisicoquímicos y biológicos [4]. Las propiedades filtrantes del lecho en conjunto con las macrófitas y microorganismos llevan a cabo la degradación de los contaminantes [1,4]. En el trabajo se presenta el diseño de un humedal subsuperficial de flujo horizontal (HSFH) para el tratamiento de aguas residuales. Los contaminantes a evaluar son: sólidos, grasas, aceites, nitrógeno, fósforo y DBO. Donde se consideran datos de la población y caudal constantes involucrando la cinética e hidráulicas del HSFH [3]. Con la cinética se obtiene el tiempo de retención hidráulico (THR) por otro lado con el diseño hidráulico se calculan volumen y área superficial. El diseño proporciona información de volumen (915 m<sup>3</sup>), área superficial (1525 m<sup>2</sup>) y THR (10 días) necesarios para llevar a cabo la degradación de contaminantes [3]. Así mismo, se hace la selección de Tule (*Cyperus articulatus*) para el tratamiento de aguas residuales, tomando en cuenta que es nativa del estado de Tlaxcala [2]. Con los datos obtenidos de tiempo de retención hidráulico se garantiza que las concentraciones iniciales de contaminantes en las aguas residuales grises llegan a ser inferiores a los establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas a la salida del HSFH, alcanzando porcentajes de remoción entre 80% a 90 % para los diferentes contaminantes [5]. Con lo anterior podemos decir que la propuesta de humedal artificial resulta ser atractiva para el tratamiento de aguas residuales grises [3].

### Referencias y citas bibliográficas

1. Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F., & Andrade, M. (2010). "Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Cochabamba. Bolivia: Nelson Antequera Durán".
2. Lot, A., Olvera, M., Flores, C., & Díaz, A. (2015). "Guía ilustrada de campo: plantas indicadoras de humedales". Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México.
3. Mendez, J. (2022). "Diseño de un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal para la FCBIyT", Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala.
4. Rivas, A., Predes, P. (2014). "Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua". Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
5. SEMARNAT-CONAGUA. (s.f.). Normas Oficiales Mexicanas. México: Subdirección General de Administración del Agua. Obtenido de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-15-13.pdf>

**Agradecimientos:** Uatx. Laboratorio de Ambiental y UATZ. Laboratorio Genómica Evolutiva.



## ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUIFERO BAJO RIO BRAVO EN EL MUNICIPIO DE REYNOSA MEDIANTE LA VINCULACIÓN CON LOS SISTEMAS RURALES

*Área: Ambiental*

Gloria Sandoval Flores, Karen Ramos Montiel, Sofia Alvarado Reyna, Daniel Antonio Santillán Hernández  
Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, Reynosa, Tamaulipas. México.  
[gsandoval@docentes.uat.edu.mx](mailto:gsandoval@docentes.uat.edu.mx)

*Palabras clave: análisis fisicoquímico, agua, acuífero bajo Rio Bravo.*

### Resumen

Las características semidesérticas de la zona fronteriza y las recurrentes sequías tienen, como consecuencia, menor disponibilidad de agua para llevar a cabo las diferentes actividades de la zona. Así mismo, en la cuenca del río Bravo, el recurso se comparte entre México y Estados Unidos y la disponibilidad de agua para el abasto depende de la gestión entre los dos países, lo cual se regula por el tratado de 1944. Las fuentes de abasto en la entidad se están agotando por la falta de lluvias y el intenso calor en la región. Una alternativa es la gestión de la explotación del manto acuífero subterráneo que a pesar de su poco monitoreo de calidad puede ser una alternativa para diversos usos. En Tamaulipas las actividades de monitoreo de la calidad del agua subterránea son muy espaciadas teniendo registros del 2006. Una alternativa a esta problemática es la gestión de la explotación del manto acuífero del bajo Rio Bravo, que a pesar de su salinidad puede ser una atractiva alternativa mediante su tratamiento previo a su uso doméstico o bien para cultivos que toleren la salinidad a la que se encuentra, de ahí la importancia del estudio fisicoquímico de los parámetros de la calidad del agua subterránea, estos nos permitirán hacer las recomendaciones pertinentes a los usuarios para una mejor gestión y sustentabilidad de su uso. Los resultados mostraron un comportamiento salino dentro de la ciudad de 800-900  $\mu\text{S}$  (Microsiemens) y en puntos hacia la zona centro del estado se incrementa en un promedio de 1500-1700  $\mu\text{S}$ , en la determinación microbiológica muestra ausencia de microorganismos patógenos siendo una ventaja para el consumo humano. Las muestras se analizaron con un espectrofotómetro de emisión de plasma Thermo Scientific (iCAP7400 Duo) para determinar en contenido de Magnesio y Sodio. Por otra parte, se determinó el contenido de Calcio y Mercurio con un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific (Ice 3000) equipado con un quemador de acetileno y aire, mediante flama, lo que nos permitió concluir que dicha salinidad es dado al contenido de sodio en un rango de 1500-1800 mg/L.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Agricultura. (2022). Obtenido de Gobierno del Estado de Tamaulipas: <https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrollorural/temas-del-sector/agricultura/>
2. Calidad del agua en México. (2022). Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>.
3. Comisión Nacional del Agua. (2018). Sistema de Información de Cuencas y Acuíferos (SIGACUA). Obtenido de Comisión Nacional del Agua: <https://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>

## EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE *SPIRULINA* Y SU EFECTO EN LA BIOSORCIÓN DE DOS CONTAMINANTES EN EL AGUA

Área: Ambiental

Valeria Sarahí Salas García<sup>1a</sup>, Sonia Yesenia Silva Belmares<sup>2a</sup>, Claudia Magdalena López Badillo<sup>3a</sup>, Paola Elizabeth Díaz Flores<sup>4b</sup>, Nancy Verónica Pérez Aguilar<sup>5a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Boulevard Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés, República Oriente, CP 25280, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas, Av. Manuel Nava No.6, Zona Universitaria, CP 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México.

[valeriasalas@uadec.edu.mx](mailto:valeriasalas@uadec.edu.mx)

[nancyperez@uadec.edu.mx](mailto:nancyperez@uadec.edu.mx)

Palabras clave: *Spirulina sp*, metales pesados, colorantes, biosorción, contaminación.

### Resumen

La contaminación del agua por metales pesados y colorantes industriales ha generado un problema importante debido a que alteran el funcionamiento de los ecosistemas y tienen un alto riesgo de toxicidad para los seres vivos<sup>1</sup>. Se han investigado diferentes tipos de microorganismos como las microalgas para remover este tipo de contaminantes del agua, un ejemplo son las cianobacterias como la *Spirulina sp*, que tiene carga superficial negativa adecuada para atraer por adsorción cationes de metales pesados disueltos en agua<sup>2</sup>. El objetivo de nuestra investigación es identificar los compuestos solubles en agua de la microalga *Spirulina sp* cuando entra en contacto con soluciones de plomo (II) y rojo Congo, para determinar los cambios estructurales en el marco vegetal de la microalga después de la extracción de dichos compuestos. La extracción de los pigmentos se realizó con una masa conocida de la microalga cruda en contacto con agua desionizada, se dejaron en agitación a 25 °C, 120 rpm durante 20 min. Las fases sólida y líquida se separaron por centrifugación y la biomasa recuperada se secó a 40 °C. Las muestras se identificaron como M1 para *Spirulina sp* cruda (biomasa con pigmentos) y M2 para el marco vegetal, que consiste en la fase sólida sin pigmentos. Posteriormente, con el marco vegetal (M2) se realizaron los ensayos de adsorción con soluciones de plomo y rojo congo en diferente concentración inicial a pH 5 y 25 °C. La fase líquida se recuperó para medir la concentración en equilibrio del rojo congo por UV-vis y la concentración de plomo con un electrodo de ión selectivo ISE-Pb (Thermo Orion). El análisis de los extractos por UV-vis mostró la presencia de micosporinas y colorantes como ficocianinas y en menor concentración clorofila. En tanto que el análisis con DRX del marco vegetal de M1 y M2 sugieren cambios importantes en las bandas de difracción principales localizadas entre 16 y 20° 2Theta, que podrían corresponder a alteraciones en la pared de la microalga debido a la difusión del plomo. El colorante rojo Congo se adsorbió solo en la pared externa de la microalga.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Vitola Romero, D., Pérez Cordero, A. y Montes Vergara, D. E., "Utilización de microalgas como alternativa para la remoción de metales pesados", *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Vol. 13, No. 1, p. 195-203, 2022.
2. Hernández Pérez, A., Labbé, J.I., "Microalgas, cultivo y beneficios", *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, Vol. 49, No. 2, p. 157-173, 2014.

## BIOACUMULACIÓN DE DIAZINON EN *Capsicum annuum* Y EVALUACIÓN DE SU BIODEGRADACIÓN EN FASE ACUOSA

*Área: Ambiental*

Ximena Naibeth Zepeda Zepeda, Elsa Cervantes González

Coordinación Académica Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera a Cedral Km 600 + 5, Ejido San José de las Trojes, C.P. 78800, Matehuala, S.L.P., México.

[a262967@alumnos.uaslp.mx](mailto:a262967@alumnos.uaslp.mx); [elsa.cervantes@uaslp.mx](mailto:elsa.cervantes@uaslp.mx)

*Palabras clave: diazinón, bioacumulación, Capsicum annuum, biodegradación.*

### Resumen

El diazinón es un pesticida organofosforado de amplio espectro con acción insecticida, acaricida y nematicida, es utilizado como plaguicida preventivo y de emergencia en el control de insectos del suelo y cultivos agrícolas. La bioacumulación de este agroquímico por parte de las plantas es muy probable debido a su alta solubilidad en agua; además, por su alta movilidad es altamente posible que termine contaminando cuerpos de agua (Aggarwal V., 2013; et al., Kermani M 2021). En el presente trabajo se llevó a cabo un ensayo para evaluar la bioacumulación del pesticida en las hojas, tallo y raíz de plantas de pimiento morrón (*Capsicum annuum*), aplicando 3 aspersiones periódicas de una solución del contaminante a una concentración de 232 g de i.a. por litro durante 3 semanas, adicionalmente se analizaron muestras del suelo superficial durante la aplicación del pesticida, al término del tratamiento se cuantificó la concentración residual por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). De igual manera se realizó un ensayo para cuantificar la biodegradación del diazinón en medio acuoso, para lo cual se trabajó con microorganismos propios del suelo y microorganismos de lodos activados provenientes de una planta de tratamiento de aguas residuales, los cuales se inocularon en medio mineral contaminado con 25 mg/l, dejándose incubar a 35°C durante 15 días. Y se cuantificó la degradación por análisis de HPLC. Los niveles de diazinón en el suelo oscilaron entre los 0.294 y 1.548 mg/kg, los niveles de diazinón en las hojas y raíces de la planta fueron superiores a los presentados en los tallos, oscilando entre 0.959 y 1.454 mg/kg y entre indetectables y 13.973 mg/kg respectivamente, lo cual sugiere que el agroquímico es principalmente acumulado por las raíces y hojas de la planta, por otro lado, el diazinón se logró degradar un 11.29% con microorganismos propios del suelo y 47.21% con microorganismos de lodos activados, lo que sugiere que el suelo utilizado contiene microorganismos capaces de degradar el diazinón.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Kermani M., Dowlati M., Gholami M., Sobhi H.R., Azari A., Esrafilí A., Mojtaba Yeganeh M., Ghaffari H.R., “A global systematic review, meta-analysis and health risk assessment on the quantity of Malathion, Diazinon and Chlorpyrifos in Vegetables”, *Chemosphere*, Vol 270, (2021).
2. Aggarwal V., “Diazinon—Chemistry and Environmental Fate”. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 223, pp.107-140 (2013).
3. Shimazu H. “Diazinon Absorption And Bioaccumulation In The Garden Radish (*Raphanus Raphanistrum* Ssp. Sativus)”. *International Journal of GEOMATE*, Vol.17, Issue 62, pp. 188 – 194 (2019).

**Agradecimientos:** Proyecto: Biodisponibilidad y biodegradación de pesticidas comerciales usados frecuentemente en el Altiplano Potosino. Consejo potosino de ciencia y tecnología.

## ELABORACIÓN DE UNA POMADA BASE Y EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS Y FISICOQUÍMICAS

*Área: Bioprocesos*

Gabriela de los Ángeles Landero Pérez, Viviana Frías García, David Guerrero Zárate, Zujey Berenice Cuevas Carballo, Sarai Alejandro Hernández

*División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera estatal libre Villahermosa Comalcalco km 27 S/N, Ranchería Rivera Alta Jalpa de Méndez, Tabasco, 86205, México.*

[sarai.alejandro@ujat.mx](mailto:sarai.alejandro@ujat.mx)

*Palabras claves: organolépticas, natural, pomada, fisicoquímicas.*

### Resumen

En el presente trabajo se elaboró una pomada base empleando aceite de coco, aceite mineral y como emulsiónate cera de abeja, como compuesto activo se cocinaron en la mezcla de aceites hojas secas de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) que se sometieron a un tratamiento de secado por 24 horas a 333 K. La pomada formulada se sometió a evaluación de propiedades organolépticas (aspecto, color, olor y sensación táctil) de acuerdo con la metodología empleada por Bendezu-Acevedo y col. (2021) como resultado se obtuvo una formulación que no presenta cambios en su aspecto (largo sin cambios), color (ligeramente amarillo), sensación táctil (fluido) al ser sometida a dos temperaturas: 269 K (frío) y 313 K (calor); el olor (agradable) se modificó cuando se sometió a temperatura 313 K tomando un olor (característico), suponiendo una degradación de las grasas naturales que contiene dicha formulación. En cuanto al análisis fisicoquímico se realizaron pruebas de pH, densidad, punto de fusión y poder calórico, donde se reporta un pH de 6.17 en formulación original, después de los tratamientos de frío/calor se modificaron obteniendo un pH de 6.59 para el tratamiento frío y pH de 5.99 para el tratamiento con calor, el punto de fusión de la pomada fue de 323 K y después de tratamiento de temperatura se obtuvieron valores de 323.9 K para temperatura fría y de 325 K para la caliente. El poder calórico de la pomada presenta un valor de 38464 kJ/kg para la formulación original y sin cambios significativos para las sometidas a tratamientos de temperaturas (frío/caliente). En cuanto a la densidad, para la formulación original fue de 931.9 kg/m<sup>3</sup>, para la de tratamiento frío 991.1 kg/m<sup>3</sup> y la de calor 953.9 kg/m<sup>3</sup>, con estas condiciones se considera una formulación de pomada base con propiedades que pueden tolerar rangos de temperaturas bajas, sin embargo, se deben conservar en lugares de ambientes frescos, por tanto, se seguirá estudiando para posibles formulaciones modificadas y que pueda competir en el campo de la industria farmacéutica natural.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Tatiana Mosquera, Paco Noriega Wilson Tapia, Silvia H. Pérez, “Evaluación de la eficacia cosmética de cremas elaboradas con aceites extraídos de especies vegetales amazónicas: *Mauritia flexuosa* (morete), *Plukenetia volubilis* (sacha inchi) y *Oenocarpus bataua* (ungurahua)”, *La Granja Revista de ciencias de la vida*, Vol.16, No. 2, p. 14-22, 2012.
2. Maria Dolores Rocio Bendezu Acevedo, “Estudio de Estabilidad de una pomada antiinflamatoria de uso tópico obtenida a partir del Extracto Etanólico de la *Muehlenbeckia volcánica* (Benth) Endl. (mullaca)”, *Brazilian Journal of Health Review*, Vol. 4, No. 4, p. 14483- 14488, 2021.

## EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN BIOSURFACTANTE UTILIZANDO LA CEPA *Acinetobacter calcoaceticus*

Área: *Bioprocesos*

Lourdes Cristina Guerrero Torres<sup>a</sup>, Miriam Paulina Luevanos Escareño<sup>a</sup>, Nagamani Balagurusamy<sup>a</sup>, Javier Ulises Hernández Beltrán<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón, Coahuila, México.

[crystina.guerrero@uadec.edu.mx](mailto:crystina.guerrero@uadec.edu.mx)

*Palabras clave:* biosurfactante, *Acinetobacter calcoaceticus*, medio de cultivo, extracto de levadura

### Resumen

Los biosurfactantes son una alternativa ecológica a aquellos que son producidos sintéticamente debido a que poseen ventajas que incluyen mayor biodegradabilidad y termoestabilidad. En el presente proyecto se seleccionó una cepa, *Acinetobacter calcoaceticus*, con capacidad de producir biosurfactantes y se evaluaron dos potenciales medios de cultivo. Los medios de cultivo utilizados fueron medios de sales minerales (MSM) con glucosa como única fuente de carbono, de los cuales a uno se le adicionó extracto de levadura. Se realizaron cinéticas de crecimiento microbiano con condiciones de  $30 \pm 2$  °C y agitación orbital con velocidad de 150 rpm para comparar el crecimiento en ambos medios y se obtuvo una mejor adaptación de los microorganismos en menor tiempo en el medio con extracto de levadura. El crecimiento óptimo se encontró entre las 24-48 h de incubación. Para evaluar la capacidad de la cepa de producir el tensoactivo se realizó la técnica de difusión de aceite (OST) y se midió el índice de emulsificación ( $E_{24}$ ). Los resultados fueron reportados de manera cualitativa, donde las evaluaciones realizadas demostraron la presencia del biosurfactante. Por lo que la utilización de *Acinetobacter calcoaceticus* en MSM muestra resultados prometedores para la producción de dicho compuesto.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Hosny, M, El-Sheshtawy, H, “Effect of biosurfactant on hydrolysis of municipal waste by cellulases producing bacteria for bioethanol production”, *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, Vol. 5, 2022.
2. Darwesh, O, Mahmoud, M, Barakat, K, Abuellil, A, Ahmad, M, “Improving the bioremediation technology of contaminated wastewater using biosurfactants produced by novel bacillus isolates”, *Heliyon*, Vol. 7, No. 12, 2021.
3. Mujumdar, S, Joshi, P, Karve, N, “Production, characterization, and applications of bioemulsifiers (BE) and biosurfactants (BS) produced by *Acinetobacter* spp.: A review”, *Journal of Basic Microbiology*, Vol. 59, No.3, p. 277 - 287, 2019.
4. Moshtagh, B, Hawboldt, K, & Zhang, B, “Biosurfactant production by native marine bacteria (*Acinetobacter calcoaceticus* P1-1A) using waste carbon sources: Impact of process conditions”, *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 99, No. 11, p. 2386 - 2397, 2021.

## APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA WAVELET Y EL EXPONENTE DE HÖLDER PARA EL ESTUDIO DE LA COMPLEJIDAD DE LA DIGESTION ANAEROBIA

*Área: Bioprocesos*

Antonio Lara Musule<sup>a</sup>, Eliseo Hernández Martínez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Xalapa, Veracruz, México.

[antolara@uv.mx](mailto:antolara@uv.mx)

*Palabras clave: digestión anaerobia, wavelet, complejidad, exponente de Hölder.*

### Resumen

La digestión anaeróbica (DA) es un proceso para el tratamiento de biomasa y aguas residuales, que puede reducir el contenido de materia orgánica potencialmente contaminante y producir productos de valor agregado como metano, hidrógeno y ácidos grasos volátiles [1]. La DA consta de cuatro fases consecutivas (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis), cada una de ellas realizada por un grupo específico de microorganismos, con diferentes características metabólicas [2]. Esto hace de la DA un proceso complejo, La complejidad de procesos se refiere a la medida de la complejidad inherente en un sistema. Los sistemas pueden ser extremadamente complejos debido a la interacción de variables. La complejidad de un proceso se mide de varias formas, como la cantidad de información necesaria para describirlo o predecir el comportamiento del sistema. La comprensión de la complejidad de un proceso es necesaria para diseñar estrategias de control y toma de decisiones. Como alternativa para la comprensión y análisis de estos fenómenos, se han propuesto metodologías para conocer el grado de complejidad de los procesos. Por ejemplo, Moguel Castañeda et al. [3] proponen el análisis multifractal de las series temporales de temperatura de la cristalización de la caña de azúcar, encontrando que la variación en el tiempo del espectro de singularidad puede ayudar a identificar los fenómenos más importantes del proceso, así como el parámetro  $\alpha_0$  permite visualizar la región de operación donde el proceso tiene un mejor desempeño. Ramírez-Platas et al. [4] propusieron la aplicación del análisis multifractal para el Proceso de corrosión de acero AISI 304 expuesto a MEA y CO<sub>2</sub>, determinando que el análisis de series temporales de ruido electroquímico podría utilizarse como un sistema para determinar el grado y el tipo de corrosión, así como también información sobre los mecanismos de corrosión. Por tal motivo, en este trabajo se propone la aplicación de la transformada de wavelet y el exponente de Hölder para el estudio de la complejidad en el proceso de digestión anaerobia.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Rajeshwari, K. V., et al. "State-of-the-art of anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment". *Renewable and sustainable energy reviews*, 2000, vol. 4, no 2, p. 135-156, 2000.
2. Appels, Lise, et al. "Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge". *Progress in energy and combustion science*, vol. 34, no 6, p. 755-781, 2008.
3. Moguel-Castañeda, Jazael G., et al. "Diagnosis of the Cane Sugar Crystallization Process by Multifractal Analysis of Temperature Time Series". *Chemical Engineering & Technology*, vol. 44, no 11, p. 2064-2072, 2021.
4. Ramírez-Platas, Mariana, et al. "Fractal and multifractal analysis of electrochemical noise to corrosion evaluation in A36 steel and AISI 304 stainless steel exposed to MEA-CO<sub>2</sub> aqueous solutions". *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 145, p. 110802, 2021.

## IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO PROMOVENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PHB POR *Bacillus megaterium* MNSH1-9K-1

Área: *Bioprocesos*

Andrea M. Rivas-Castillo<sup>ab</sup>, Brandon D. Pérez-García<sup>ab</sup>, Norma G. Rojas-Avelizapa<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN Unidad Querétaro, Querétaro, Qro., México.

<sup>b</sup> Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México, Tizayuca, Hgo., México.

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

*Palabras clave:* polihidroxicanoatos, PHB, *B. megaterium*, medios de cultivo de bajo costo.

### Resumen

El uso de plásticos derivados del petróleo pareciera indispensable en la vida diaria, causando problemas serios de contaminación por su baja biodegradabilidad. Dentro de las opciones para su reemplazo, los polihidroxicanoatos (PHA) representan una alternativa, con propiedades físico-mecánicas comparables a las de los plásticos convencionales y con biocompatibilidad para aplicaciones médicas [1]. Dentro de estos, los polihidroxi-butiratos (PHB) son los más estudiados, ya que son producidos por gran diversidad de bacterias, entre las que destaca *Bacillus* spp., que es capaz de acumularlo hasta en el 80% de su peso bajo circunstancias de estrés nutricional. Aunque viable, la producción de PHB a escala industrial presenta las limitaciones de un alto costo de producción y bajas tasas de rendimiento [2]. La cepa de *Bacillus megaterium* MNSH1-9K-1 produce al menos dos veces más PHB que lo observado para otras cepas [3]. Además, dicha capacidad es sostenida y hasta superada en medios de cultivo de bajo costo elaborados a partir de residuos frutales, como naranja [4]. Para identificar las mejores condiciones de producción de PHB para la cepa mencionada, el presente proyecto evaluó la variación de esta producción bajo diferentes condiciones de crecimiento en el medio de naranja, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo a reportes previos [3] y utilizando el valor superior e inferior de 21 variables tanto nutricionales como fisicoquímicas, aplicando un diseño factorial completo Plackett-Burman de 2 niveles; obteniéndose 44 combinaciones. Como resultado, se logró aumentar la producción de PHB hasta 10 veces, alcanzando rendimientos de 112.62 g/L, observando que el almidón y el nitrato de sodio son variables nutricionales clave para aumentar la producción del biopolímero. Adicionalmente, se identificó que las condiciones de pH ligeramente ácidas, una limitación de oxígeno, y una temperatura de 20°C son más favorables. Estos resultados sientan los precedentes para la optimización de esta producción en busca del escalamiento del proceso.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Chandra Kalia V, Patel SKS, and Lee JK, "Exploiting polyhydroxyalkanoates for biomedical applications", *Polymers (Basel)*, Vol. 15, No. 1937, p. 01-19, 2023.
2. McAdam B, Brennan Fournet M, McDonald P, and Mojicevic M, "Production of polyhydroxybutyrate (PHB) and factors impacting its chemical and mechanical characteristics", *Polymers*, Vol. 12, No. 2908 p. 1-20, 2020.
3. Rivas-Castillo AM, Pérez-García BD, Hernández-Duarte CA y Rojas-Avelizapa NG, "Estudio de la producción de biopolímeros bacterianos como vía para la sustitución de plásticos convencionales", *Exploratoris: Revista de la Realidad Global*, Vol. 11, No. 1, p. 01-07, 2022.
4. Rivas-Castillo AM, Valdez-Calderón A y Rojas-Avelizapa NG, "Medio de cultivo promotor de la producción de biopolímeros", Solicitud de patente No. MX/2020/000934 ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, Noviembre 29, 2019.

**Agradecimientos:** Este estudio fue financiado por recursos otorgados al Proyecto SIP No. 20201305 del Instituto Politécnico Nacional.

## OPTIMIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE INULINASAS DE DOS LEVADURAS DURANTE LA SACARIFICACIÓN DE FRUCTANOS DE JUGOS DE HOJA DE *AGAVE SALMIANA* Área: *Bioprocesos*

Alonso Guadalupe Hernández Mendoza<sup>a</sup>, Carlos Alfredo Ruiz Pérez<sup>a</sup>, Sergio Martínez Hernández<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>*Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Xalapa, Veracruz, México.*  
[alonso\\_energy@hotmail.com](mailto:alonso_energy@hotmail.com)

*Palabras clave: actividad enzimática, inulinasas, K. marxianus, A. salmiana.*

### Resumen

En este estudio se presentan los resultados de optimización de la actividad enzimática para la producción de enzimas inulinasas a partir de jugo crudo de hojas de *Agave salmiana*, el cual es aprovechado por su alto valor de carbohidratos (fructanos). La actividad enzimática se evaluó utilizando dos levaduras, *K. Marxianus* OFF1 y *K. marxianus* TX4. La optimización se realizó utilizando el software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Texas, USA), aplicando un diseño central compuesto (CCD), donde se evaluó el pH y temperatura. En los resultados se encontró que la condición óptima de la actividad enzimática fue bajo un pH 5.15 y temperatura de 47.81 °C, incrementando hasta valores de 2.29 U/mL. Los resultados indicaron que ambas levaduras presentaron alta actividad enzimática utilizando jugo crudo de *A. salmiana*. No obstante, la actividad de *K. marxianus* OFF1 fue significativamente mayor ( $p < 0.033$ ) que *K. marxianus* TX4. En general, los resultados obtenidos mostraron que ambas levaduras fueron eficaces para la generación de inulinasas. Por otro lado, se encontró que el jugo de hojas de *Agave salmiana* puede ser una alternativa viable como inductor enzimático y como fuente renovable de carbohidratos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Jain, S. C., Jain, P. C., & Kango, N., "Production of inulinase from *Kluyveromyces marxianus* using dahlia tuber extract", *Brazilian Journal of Microbiology*, Vol. 43, No. 1, p. 62–69, 2012.
2. Karim, A., Gerliani, N., & Aïder, M., "*Kluyveromyces marxianus*: An emerging yeast cell factory for applications in food and biotechnology", *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 333, No. 1, p. 88, 2020.
3. Michel-Cuello, C., Ortiz-Cerda, I., Moreno-Vilet, L., Grajales-Lagunes, A., Moscosa-Santillán, M., Bonnin, J., González-Chávez, M. M., & Ruiz-Cabrera, M., "Study of enzymatic hydrolysis of fructans from *Agave salmiana* characterization and kinetic assessment", *The Scientific World Journal*, Vol. 2012, No. 1, p. 10, 2012.

**Agradecimientos:** Se agradece al Ejido de Tenextepec, por las muestras de *Agave salmiana* obtenidas.

## FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA A PARTIR DE UN HIDROLIZADO ÁCIDO Y ENZIMÁTICO DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS DE LA PLANTA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* var. Cavendish) Y UN CULTIVO DE *Saccharomyces cerevisiae* Y *Pichia stipitis* Área: Bioprocesos

Ingrid Janet García Antonio<sup>a</sup>, Yolanda Cocotle Ronzón<sup>a</sup>, Maritza Monserrat González Juárez<sup>a</sup>, Eliseo Hernández Martínez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

[ingjanga-29@outlook.com](mailto:ingjanga-29@outlook.com)

*Palabras clave:* fermentación, lignocelulósico, platanera, hidrólisis, biotecnología.

### Resumen

El uso de materiales lignocelulósicos para la producción de metabolitos de valor agregado, como el bioetanol, como alternativa de combustible, ha presentado una oportunidad tanto económica como ambiental, pues se propone obtener una reducción de los costos de la materia prima, así como de los residuos sólidos en el sector agrario, convirtiéndolos en materiales aprovechables por su valor biotecnológico [1]. Los residuos obtenidos de la planta del plátano pueden constituirse como una fuente de obtención de productos de valor agregado lo cual puede generar ingresos adicionales a los agricultores que cuentan con fincas de plátano. En este sentido, en el presente trabajo se propuso aprovechar las fracciones hemicelulósica y celulósica del raquis de plátano Roatán (*Musa Paradisiaca* var. Cavendish), producido en el municipio de Teocelo, Veracruz, tras el establecimiento de las condiciones para su hidrólisis ácida y enzimática que lleven a una alta producción de azúcares fermentables como son la xilosa y glucosa. Las condiciones que permitieron una mayor liberación de azúcares reductores de la fracción hemicelulósica durante el hidrolizado ácido del raquis de plátano fueron 120 minutos, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 2% y una relación sólido-líquido 1:5, logrando una concentración de 50.47 g/L sin que hubiera presencia significativa de fenoles, así mismo a la fracción celulósica por el uso de enzimas celulolíticas en concentración al 1% por 96 horas permitió la liberación de 84.96 g/L de azúcares reductores (principalmente glucosa) presentes en el residuo del raquis. Finalmente los resultados que mostraron un mejor rendimiento en cuanto al agotamiento de azúcares reductores liberados y producción de etanol fueron los de *Pichia stipitis* para el consumo de la fracción celulósica (Y=0.26 g/g), siguiendo con los de *Saccharomyces cerevisiae*, para la misma fracción (Y=0.25 g/g), destacando al uso de la fracción hemicelulósica en la producción de etanol empleando la levadura *P. stipitis* la cual permitió al aprovechamiento de pentosas para la producción de etanol (Y=0.13 g/g), logrando la integración de esta corriente en la bioproducción de etanol a partir de residuos lignocelulósicos de la planta de plátano (raquis).

### Referencias y citas bibliográficas

1. Fivga, A., Galileu Speranza, L., Musse Branco, C., Ouadi, M., & Hornung, A. "A review on the current state of the art for the production of advanced liquid biofuels". *AIMS Energy*, 7(1), p. 46–76, 2019, <https://doi.org/10.3934/energy.2019.1.46>

## MODELADO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE CERVEZA POR LOTES NO ISOTÉRMICO

Área: *Bioprocesos*

Joshua Báez Ramos<sup>a</sup>, Eliseo Hernández-Martínez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, región Xalapa, Veracruz, México.

[elisehernandez@uv.mx](mailto:elisehernandez@uv.mx)

*Palabras clave: control, cerveza, fermentación, simulación, modelado matemático, Matlab.*

### Resumen

Desde los años setenta, la cerveza artesanal ha tomado protagonismo dentro de la industria de las bebidas alcohólicas, lo cual ha llevado a la necesidad de ser más cuidadosos con la composición de sustancias que intervienen en la cerveza, pues se percibe que la generación *millennial* está interesada en explorar nuevos gustos de cerveza y dispuestos a pagar precios más altos por ellas [1]. Además, cabe destacar que cada cerveza artesanal tiene su propio sabor característico, lo que hace más importante el cuidado de sus propiedades, pues los consumidores de esta clase de cerveza prestan especial atención en factores como: los altos niveles de lúpulo, fuertes perfiles de sabor, alto contenido de alcohol, aroma, y carbonatación [2]. En consecuencia, conocer qué factores intervienen en la elaboración de una cerveza puede permitir un mayor control sobre sus propiedades finales, y a su vez un mayor grado de satisfacción de los consumidores, por lo que puede ser de gran ayuda emplear modelos matemáticos para predecir el comportamiento del proceso de fermentación y las propiedades de la cerveza resultante. Por lo tanto, el presente trabajo tiene el propósito de emplear un modelo matemático, en concreto, el modelo de Gee & Ramirez [3], para desarrollar una simulación del proceso de fermentación que nos permita conocer los perfiles de concentración de 11 compuestos que atribuyen propiedades a la cerveza artesanal tales como etanol, alcoholes de fusel, ésteres y dicetonas a lo largo del tiempo de reacción, tomando en cuenta el consumo de tres sustratos distintos por parte del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*. Para la solución del sistema de ecuaciones diferenciales provistas por el modelo, se emplea la función ode23 del software Matlab © y se espera poder establecer un control PI del proceso empleando parámetros reportados por el modelo, con el objetivo final de obtener una cerveza con las propiedades finales deseadas, lo que se traduce en concentraciones adecuadas de los compuestos de sabor obtenidas a partir de manipular una variable a controlar, en este caso, la temperatura.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Ascher, B. (2012). "Global Beer: The Road to Monopoly. En American Antitrust Institute". Recuperado 19 de mayo de 2023, de <https://www.antitrustinstitute.org/work-product/global-beer-the-road-to-monopoly/>.
2. Jaeger, S. R., Worch, T., Phelps, T., Jin, D., & Cardello, A. V. (2020a). "Preference segments among declared craft beer drinkers: Perceptual, attitudinal and behavioral responses underlying craft-style vs. traditional- style flavor preferences". *Food Quality and Preference*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103884>
3. Gee, D. A., & Ramirez, W. F. (1994). "A flavour model for beer fermentation". *Journal of The Institute of Brewing*, 100(5), 321-329. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1994.tb00830.x>

## CARACTERIZACIÓN DE LA CORROSIÓN DEL ACERO AISI 1018 INMERSO EN SOLUCIONES MEA-CO<sub>2</sub> CON SALES TERMOESTABLES

Área: *Materiales*

Valeria Sofía Luján Mejía, Eliseo Hernandez-Martinez y Miguel Ángel Morales-Cabrera\*  
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N, Zona Universitaria,  
Xalapa, Veracruz, C. P. 91000, México.  
[migmorales@uv.mx](mailto:migmorales@uv.mx)

*Palabras clave: corrosión, acero AISI1018, sales termoestables, análisis multiescala.*

### Resumen

La creciente demanda energética a nivel mundial trae consigo también un incremento en la generación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principalmente debido a la actividad industrial en producción de energía a base de carbón, petróleo y gas natural. Buscando reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, en los últimos años se han propuesto nuevos diseños de equipos de absorción de gases y/o mejoras a los ya existentes. La absorción química mediante aminas es una técnica de separación que destaca debido a sus considerables ventajas. Sin embargo, la interacción reactiva entre la amina y CO<sub>2</sub> muestra efectos corrosivos que pueden afectar considerablemente el material del equipo [1]. Para caracterizar y comprender como ocurre dicho fenómeno, se puede recurrir a diferentes metodologías de análisis, entre las cuales, las técnicas electroquímicas mediante ruido electroquímico destacan por ser técnicas no invasivas [2]. No obstante, es necesario realizar la interpretación de los datos experimentales (series de tiempo), para lo cual, a la fecha, las técnicas de análisis aún no se encuentran bien estandarizadas. El análisis multiescala de series de tiempo electroquímicas ha mostrado propiedades interesantes que permiten identificar escalas características de los fenómenos adyacentes al proceso de corrosión, y, además, es posible identificar correlaciones que pueden ser útiles para el monitoreo del proceso [3,4]. En ese sentido, en este trabajo se propuso la evaluación de la corrosión de acero al carbón AISI 1018 expuesto en soluciones acuosas de MEA al 45% saturadas con CO<sub>2</sub>, adicionando tiosulfato de sodio como sal termoestable. Con la información experimental recabada se aplicó un análisis multiescala, para caracterizar el proceso y hallar los fenómenos deterministas que impulsan la dinámica del proceso corrosivo. Los resultados muestran que, a mayor concentración de la sal, se presenta inhibición de la corrosión, independientemente de los cambios de temperatura. El análisis multiescala aplicado a series de corriente muestra la presencia de 3 fenómenos intrínsecos a diferentes escalas de tiempo para concentraciones bajas de la sal.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Zhao, F., Cui, C., & Liu, H. "An overview on the corrosion mechanisms and inhibition techniques for amine-based post-combustion carbon capture process." *Separation and Purification Technology*, Vol. 304, p. 122091, 2022.
2. Ramírez-Platas, M., Morales-Cabrera, M. A., Rivera, V. M., Morales-Zarate, E., & Hernandez-Martinez, E. "Fractal and multifractal analysis of electrochemical noise to corrosion evaluation in A36 steel and AISI 304 stainless steel exposed to MEA-CO<sub>2</sub> aqueous solutions". *Chaos, Solitons & Fractals*, Vol. 145, p. 110802, 2021.
3. Sánchez-Ortiz, W., Andrade-Gómez, C., Hernandez-Martinez, E., & Puebla, H. "Multifractal hurst analysis for identification of corrosion type in AISI 304 stainless Steel", *International Journal of Electrochemical Science*, Vol. 02, p. 1054-1064, 2015.
4. Legat, A. & Govekar, E. "Detection of corrosion by analysis of electrochemical noise", *Fractals*, No. 02, p. 241-244, 1994.

## EFECTO DEL DODECIL SULFATO DE SODIO (SDS) SOBRE EL PROCESO DE POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN DE POLIMIRCENO-ETILENGLICOL (PMY-ETG)

Área: *Materiales*

Alejandra Guadalupe Jaramillo-Villa<sup>a\*</sup>, Agustín Martínez-Hernández<sup>a</sup>, Victor Adán Cepeda-Tovar<sup>a</sup>,  
Anilú Rubio-Ríos<sup>a\*</sup>, Lilia Eugenia Serrato-Villegas<sup>a</sup>, Lorena Farías-Cepeda<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280, Saltillo, Coahuila, México.

[a.rubio@uadec.edu.mx](mailto:a.rubio@uadec.edu.mx); [jaramillo.a@uadec.edu.mx](mailto:jaramillo.a@uadec.edu.mx)

**Palabras clave:** SDS, biopolímero, polimerización en emulsión.

### Resumen

El desarrollo de nuevos materiales biodegradables busca reducir la dependencia de los recursos fósiles, lo cual ha causado un gran interés en los últimos años. Algunos de estos son derivados de productos que la naturaleza provee, como los terpenos, de los cuales puedes extraerse compuestos cuyas estructuras permiten la obtención de materiales funcionales<sup>1</sup>. Debido que los terpenos contienen dobles enlaces carbono – carbono pueden ser polimerizados, lo que los convierte en una materia prima económica y respetuosa con el medio ambiente a diferencia de los monómeros sintéticos, por ende, los terpenos son una opción atractiva para la producción de biopolímeros. Por otro lado, la polimerización en emulsión es un método simple y amigable con el medioambiente que permite la obtención de materiales poliméricos<sup>2</sup>. En este trabajo se estudió el efecto de la concentración del tensoactivo dodecíl sulfato de sodio (SDS) en la copolimerización en emulsión de mirceno y etilenglicol a diferentes relaciones másicas (1:1, 1:0.5 y 1:0.25). Se encontró que al aumentar la concentración del surfactante la velocidad de polimerización se incrementó, de acuerdo con lo reportado en la literatura en el proceso de polimerización en emulsión clásica. El polímero resultante fue analizado mediante FTIR y TGA, presentando bandas características para los enlaces C-C en 3090-3070 cm<sup>-1</sup>, así como los grupos hidroxilo OH<sup>-</sup>, en 3100-3150 cm<sup>-1</sup> del etilenglicol incorporado a la película biopolimérica. El efecto de los análisis térmicos corresponde a las pérdidas de masa tanto del homopolímero como los copolímeros de PMY-co-ETG. Los resultados obtenidos abren la posibilidad de obtener mediante este procedimiento nuevos materiales ambientalmente amigables como películas biopoliméricas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Sahu, P., & Bhowmick, A. K. (2019). "Redox emulsion polymerization of terpenes: Mapping the effect of the system, structure, and reactivity". *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 58(46), 20946-20960.
2. Sarkar, P., & Bhowmick, A. K. (2017). "Terpene based sustainable methacrylate copolymer series by emulsion polymerization: Synthesis and structure-property relationship". *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 55(16), 2639-2649.

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL BIOMATERIAL DIÓPSIDO-Zn POR ACTIVACIÓN MECANOQUÍMICA

Área: *Materiales*

Janeth Magali Ramos Aguirre<sup>a</sup>, Luis Leonardo Samaniego Arroyo<sup>a</sup>, Carlos Eduardo Rodríguez García<sup>b</sup>, Brenda Rogelina Cruz Ortíz, Marisol Gallardo Heredia<sup>a</sup>, Claudia Magdalena Lopez Badillo<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

[cllopezb@uadec.edu.mx](mailto:cllopezb@uadec.edu.mx)

*Palabras clave: biomateriales, diópsido, activación mecanoquímica, tratamiento térmico, actividad antimicrobiana.*

### Resumen

El diópsido es un biomaterial el cual se ha empleado comúnmente como material de relleno óseo o en implantes dentales, ya que presenta buenas propiedades mecánicas, además de buena bioactividad [1] por su parte el zinc es un material el cual presenta actividad antimicrobiana contra bacterias gram positivas y negativas [2], en este estudio se realizó la síntesis por activación mecanoquímica del diópsido dopado con Zn,  $\text{Ca}_{1-x}\text{Zn}_x\text{MgSi}_2\text{O}_6$  ( $x=0, 0.1$  y  $0.2$ ), activando la mezcla precursora durante 0, 2 y 4 h de molienda en un molino planetario, y posteriormente, se trató térmicamente a  $900^\circ\text{C}$ - 5 h a una velocidad de  $10^\circ\text{C}/\text{h}$ , y fue caracterizado por análisis térmico (ATG) y difracción de rayos-X (DRX), observándose que conforme se incrementó el tiempo de molienda, aumentó el grado de amorfización de la mezcla; para las mezclas tratadas térmicamente sin la presencia de zinc ( $x=0$ ) después de 2 y 4 h de activación mecanoquímica se logró obtener diópsido como fase principal y trazas de fases secundarias, por otra parte, la presencia de zinc ( $x=0.1$  y  $0.2$ ) sin molienda favoreció la formación de Akermanita y fases secundarias, sin embargo, al incrementar el tiempo de molienda a 4 h se logró obtener la cristalización completa de la fase pura de diópsido a temperaturas bajas como lo son  $900^\circ\text{C}$ , cuando convencionalmente se obtiene diópsido a  $1100$ - $1300^\circ\text{C}$ .

### Referencias y citas bibliográficas

1. S. Ramezani, R. Emadi, M. Kharaziha, F. Tavangarian, *Materials Chemistry and Physics*, 2017, 186, 415-425.
2. W. J. Chong, S. Shen, Y. Li, A. Trinchì, D. Pejak Simunec, I. Kyrtzizis, A. Sola, C. Wen, *Smart Materials in Manufacturing*, 2023, 1, 100004.

## ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA DE HETEROUNIONES ZnO@BiOX (X= Cl, Br, I) UN ESTUDIO ESTRUCTURAL Y DE INTERACCIÓN ELECTRÓNICA

Área: Materiales

Daniel Coghlan Cárdenas<sup>a</sup>, E. Giovanni Villabona Leal<sup>b</sup>, H. Joazet Ojeda Galván<sup>3b</sup>, Javier Alanís Pérez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias, San Luis Potosí, S.L.P., México.

<sup>b</sup>Coordinación para la innovación y aplicación de la ciencia y la tecnología, San Luis Potosí, S.L.P., México.

[dd-daniel-cc@hotmail.com](mailto:dd-daniel-cc@hotmail.com)

Palabras clave: ZnO, BiOX, Rodamina B, Luz visible.

### Resumen

En el presente trabajo se muestra el potencial fotocatalítico de las heterouniones 1:1 de ZnO@BiOX (siendo X = Cl, Br, I) [1-3] variando la composición química del halógeno. Los resultados obtenidos apuntan a una mayor velocidad de reacción con los haluros de cloro y bromo en contraste con el compuesto con yodo. Al variar la fracción molar entre el cloro y el bromo se encontró una mejoría de la heterounión ZnO@BiO-Cl:Br (25:75) obteniendo una constante de degradación de  $k = 0.143 \text{ s}^{-1}$ . Se logró degradar 30ppm de rodamina B, una concentración alta, empleando luz visible ( $\lambda > 420 \text{ nm}$ ) proveniente de lámparas led comerciales. Esta respuesta se atribuye a la interacción entre los semiconductores, tipo n (ZnO) y el tipo p (BiOX) que favorecen una separación efectiva del excitón fotogenerado. Además de la transferencia efectiva entre el BiOCl y el BiOBr, dando como resultado, un aumento en la vida útil de las especies fotogeneradas. La síntesis de los materiales se llevó a cabo por el método solvotermal utilizando como material base el ZnO sintetizado previamente por el método de coprecipitación. Las diferentes muestras se caracterizaron mediante difracción de rayos X (XRD), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia ultravioleta-visible-infrarrojo cercano (Uv-vis-NIR) y espectroscopia Raman.

### Referencias y citas bibliográficas

1. L. Lin, et al., "Fabrication of a three-dimensional BiOBr/BiOI photocatalyst with enhanced visible light photocatalytic performance", *Ceramics International* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.03.039>
2. Yanhua Tong, Chu Zheng, Wenjing Lang, Fan Wu, Tao Wu, Wenqin Luo, Haifeng Chen, "ZnO-embedded BiOI hybrid nanoflakes: Synthesis, characterization, and improved photocatalytic properties". *Jmade* (2017), doi: 10.1016/j.matdes.2017.02.033
3. Cheng, H., Huang, B., & Dai, Y. (2014). "Engineering BiOX (X= Cl, Br, I) nanostructures for highly efficient photocatalytic applications". *Nanoscale*, 6, 2009-2026. DOI: 10.1039/c3nr05529a



## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN NANOCOMPUESTO DE ÓXIDO DE PRASEODIMIO E HIDRÓXIDO DE PRASEODIMIO EN PRESENCIA DE ÓXIDO DE ZINC PARA SU APLICACIÓN EN SENSORES DE FRUCTOSA

*Área: Materiales*

Gilberto Ruiz Cruz<sup>a</sup>; Víctor Manuel Ovando Medina<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ingeniería Química, Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carr. a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, SLP, México, 78700.

[ovandomedina@yahoo.com.mx](mailto:ovandomedina@yahoo.com.mx)

*Palabras clave: óxido de zinc, praseodimio, óxido de praseodimio, fructosa.*

### Resumen

Este trabajo de investigación describe la obtención y caracterización de un nanocompuesto de óxido/hidróxido de praseodimio mezclado con ZnO. El praseodimio al ser un metal de las tierras raras (lantánido), cuenta con diferentes estados de oxidación formando diferentes óxidos como los son Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PrO<sub>2</sub> y Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub>. El nanocompuesto se obtuvo a partir de cloruro de praseodimio y cloruro de zinc a diferentes concentraciones (2%, 3% y 4% mol de Pr<sup>3+</sup> respecto al Zn<sup>2+</sup>), con el fin de foto-oxidar fructuosa para su implementación en sensores de bebidas azucaradas. Los nanocompuestos fueron caracterizados mediante espectroscopia FTIR y análisis termogravimétrico (TGA). Mediante el análisis de FTIR se observaron variaciones en el espectro con la presencia de grupos O-H atribuible a agua absorbida físicamente, así como a interacciones entre los metales y oxígeno, indicando la formación de óxidos e hidróxidos. El análisis de TGA presentó tres cambios térmicos importantes correspondientes a agua, SDS y transformaciones de hidróxidos de praseodimio a óxidos. Durante el Simposio se mostrarán resultados de caracterización electroquímica usando los materiales sintetizados como fotoánodos en la oxidación de fructosa.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Ovando-Medina, V. M., Villabona-Leal, E. G., Antonio-Carmona, I. D., Martínez-Gutiérrez, H., Romero-Galarza, A., Dector, A., Olivares-Ramírez, J. M. (2023). "Synthesis of ZnO/PrO<sub>2</sub>+ Pr(OH)<sub>3</sub> nanoparticles for solar photodegradation of anionic and cationic mixed dyes". *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 34(12), 1-13.
2. Gazulla, M. F., Ventura, M. J., Andreu, C., Gilabert, J., Orduña, M., & Rodrigo, M. Poster 15 caracterización de óxidos de praseodimio utilizados en la síntesis de pigmentos cerámicos.

## EVALUACIÓN DE LA CITOTOXICIDAD DEL DIÓPSIDO SINTETIZADO POR EL MÉTODO SOL-GEL

Área: Materiales

Luis Leonardo Samaniego Arroyo<sup>a</sup>, Claudia Magdalena López Badillo<sup>a</sup>, Sandra Cecilia Esparza Gonzalez<sup>b</sup>, Brenda Rogelina Cruz Ortiz<sup>a</sup>, Jorge López Cuevas<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>c</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Saltillo.

[luis-samaniego-arroyo@uadec.edu.mx](mailto:luis-samaniego-arroyo@uadec.edu.mx)

Palabras clave: diópsido, sol-gel, citotoxicidad, células cancerígenas, células embrionarias de riñón humano.

### Resumen

El diópsido ( $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ ) es un cerámico el cual presenta altas propiedades mecánicas [1], una buena bioactividad en fluido fisiológico simulado [2], y buena osteoconducción [3], gracias a estas propiedades tiene una amplia variedad de aplicaciones en el área biomédica [4]. Este material se ha sintetizado utilizando diferentes métodos de síntesis tales como sol-gel [5], molienda mecánica [6], coprecipitación [7], entre otros. En este estudio se evaluó la citotoxicidad *in vitro* del diópsido mediante el ensayo de MTT empleando células embrionarias de riñón humano (HEK-293), células de cáncer de pulmón (A549) y células de cáncer cervicouterino (HeLa), sintetizado previamente el diópsido mediante el método de sol-gel y tratándolo térmicamente a 800 °C. En la síntesis de este material además de la fase principal de diópsido (JCPDS no. 072-1497) también se observó la presencia de trazas de monticelita ( $\text{CaMgSiO}_3$ , JCPDS no. 011-0353). Los resultados de la prueba de citotoxicidad mostraron que el material no presentó una disminución de la viabilidad celular en las 3 líneas celulares a 200 y 400  $\mu\text{g/mL}$ ; además, se observó la morfología de las células bajo un microscopio óptico, presentándose una monocapa de células ovoides unidas por contacto físico, indicando que el diópsido no provoca cambio en la morfología de las células.

### Referencias y citas bibliográficas

1. T. Kobayashi, K. Okada, T. Kuroda, K. Sato, Osteogenic cell cytotoxicity and biomechanical strength of the new ceramic Diopside, *Journal of Biomedical Materials Research*, Vol. 37, No. 1, p. 100-107, (1997).
2. S. Yamamoto, N. Kawamura, T. Nonami, Diopside Synthesized by Sol-gel Method as Phosphorus Adsorption Material: Evaluation of Apatite Deposition in Pseudo Body Solution, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, Vol. 44, No. 1, p. 17-23, (2019).
3. P. Kaur, K.J. Singh, A.K. Yadav, H. Sood, R. Kaur, D.S. Arora, In vitro investigation of the growth of hydroxyapatite and proliferation of human cell lines on the sol gel derived diopside co-substituted tricalcium phosphate bioceramics, *Biomedical Physics & Engineering Express*, Vol. 4, No. 3, p. 035038, (2018).
4. A. Moatary, A. Teimouri, M. Bagherzadeh, A.N. Chermahini, R. Razavizadeh, Design and fabrication of novel chitin hydrogel/chitosan/nano diopside composite scaffolds for tissue engineering, *Ceramics International*, Vol. 43, No. 2, p. 1657-1668, (2017).
5. R. Choudhary, S.K. Venkatraman, A. Chatterjee, J. Vecstaudza, M.J. Yáñez-Gascón, H. Pérez-Sánchez, J. Locs, J. Abraham, S. Swamiappan, Biomineralization, antibacterial activity and mechanical properties of biowaste derived diopside nanopowders, *Advanced Powder Technology*, Vol. 30, No. 9, p. 1950-1964, (2019).
6. A. Kazemi, M. Abdellahi, A. Khajeh-Sharafabadi, A. Khandan, N. Ozada, Study of in vitro bioactivity and mechanical properties of diopside nano-bioceramic synthesized by a facile method using eggshell as raw material, *Materials Science and Engineering: C*, Vol. 71, No., p. 604-610, (2017).
7. N.Y. Iwata, G.-H. Lee, Y. Tokuoka, N. Kawashima, Sintering behavior and apatite formation of diopside prepared by coprecipitation process, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, Vol. 34, No. 4, p. 239-245, (2004).

## OBTENCIÓN DE UN COMPOSITO DE POLIURETANO BASE AGUA SEMIFLEXIBLE MULTIBLOQUE CON NANOPARTÍCULAS DE ZNO: ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES MECÁNICAS

Área: *Materiales*

José de Jesús Ramírez-Nieto<sup>a</sup>, Lourdes Ramos-Galicia<sup>b</sup>, Saúl Alejandro Aguilar-Maruri<sup>a</sup>, Rosalba Fuentes-Ramírez<sup>a</sup>, Miguel Ángel Martínez-Moreno<sup>a</sup>, David Contreras-López<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>*Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Guanajuato México. 36030.*

<sup>b</sup>*Cátedra CONACyT, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. Unidad Monterrey Alianza Norte 202, Parque PIIT, Apodaca, N. L., 66628, México.*

[david.contreras@ugto.mx](mailto:david.contreras@ugto.mx)

*Palabras clave: polímeros, materiales compuestos, óxido de zinc, protección UV, recubrimiento.*

### Resumen

En este estudio, se busca encontrar materiales poliméricos amigables con el medio ambiente y con mejoras en las propiedades mecánicas y químicas. Se investiga el uso de poliuretanos base agua (PUBA) como una alternativa no tóxica y respetuosa del medio ambiente. Se propone la creación de un poliuretano semiflexible tipo multibloque utilizando  $\beta$ -Ciclodextrina ( $\beta$ -CD) y nanopartículas de ZnO para promover propiedades autocurativas en entornos agresivos.

Se utilizó un procedimiento de síntesis basado en IPDI, PCDL,  $\beta$ -CD, DMPA y HEA para obtener la matriz polimérica. Se añadieron nanopartículas de óxido de zinc a la matriz mediante un proceso de sol-gel. Se realizaron pruebas de tracción, dureza y medición de viscosidad para evaluar las propiedades del material. Los resultados mostraron que la concentración de  $\beta$ -CD y las nanopartículas de ZnO afectaron la resistencia a la fuerza y la viscosidad de la matriz polimérica. La dureza aumentó con la concentración de  $\beta$ -CD, mientras que el ángulo de contacto indicó un carácter más hidrofóbico con la adición de nanopartículas de ZnO. Se concluye que la adición de nanopartículas de ZnO a la matriz polimérica puede mejorar las propiedades mecánicas y la hidrofobicidad del material. Se sugiere que la incorporación de capas adicionales podría aumentar la hidrofobicidad y hacer que el PUBA funcione como una cubierta impermeable en diferentes materiales.

### Referencias y citas bibliográficas

1. T. Wan, D. Chen, "Preparation of  $\beta$ -cyclodextrin reinforced waterborne polyurethane nanocomposites with excellent mechanical and self-healing property", *Compos Sci Technol.* 168 (2018) 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2018.08.049>.
2. B. Willocq, J. Odent, P. Dubois, J.-M. Raquez, "Advances in intrinsic self-healing polyurethanes and related composites", *RSC Adv.* 10 (2020) 13766–13782. <https://doi.org/10.1039/D0RA01394C>.
3. Y. Hua, X. Li, L. Ma, Y. Wang, H. Fang, H. Wei, Y. Ding, "Self-healing mineralization and enhanced anti-corrosive performance of polyurethane CaCO<sub>3</sub> composite film via  $\beta$ -CD induction", *Mater Des.* 177 (2019) 107856. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.107856>.
4. E. Montero Guzmán, "Incorporación de nanopartículas de ZnO en la polimerización de acrilato de butilo como protector de UV", Universidad de Guanajuato, 2020. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/3227>.

## BIOPELICULAS DE POLIMIRCENO/POLISACARIDOS: EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN

*Área: Materiales*

Myriam Guadalupe Cortes-Montelongo<sup>a\*</sup>, Víctor Adán Cepeda-Tovar<sup>a</sup>, Anilú Rubio-Ríos<sup>a\*</sup>,  
Yadira Karina Reyes-Acosta<sup>a</sup>; Lorena Farías Cepeda<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280, Saltillo, Coahuila,  
México.

[a.rubio@uadec.edu.mx](mailto:a.rubio@uadec.edu.mx); [myriam.cortes@uadec.edu.mx](mailto:myriam.cortes@uadec.edu.mx)

*Palabras clave: polisacáridos, biopolímero, película, bioplásticos.*

### Resumen

El uso de bioplásticos en la agroindustria es una alternativa atractiva debido a su biodegradabilidad. El desarrollo de nuevos materiales derivados de fuentes naturales, como los biopolímeros, representan alternativas sostenibles de producción. A partir de sustancias orgánicas como terpenos u otros biocompuestos, como los polisacáridos los cuales se encuentran como recursos naturales en las plantas. [1]. Los polisacáridos se caracterizan por una estructura compleja y contienen diversos grupos funcionales, proporcionando ciertas propiedades físicas y químicas como dureza, flexibilidad, transparencia, resistencia a la temperatura, entre otras, al ser utilizados con polímeros biobasados como el polimirceno, etc [2]. En el presente trabajo se sintetizó mediante polimerización en emulsión el polimirceno, incorporando al biopolímero sintetizado un polisacárido de origen comercial, como carboximetilcelulosa (CMC) y almidón (ALM), logrando en todos los casos obtener un látex polimérico estable. Mediante evaporación de solvente se obtuvieron películas biopoliméricas las cuales se caracterizaron mediante análisis espectroscopia infrarroja (FTIR-ATR) y análisis termogravimétrico (TGA). Los resultados cinéticos muestran porcentajes de conversión superiores al 90% bajo estas condiciones, así mismo, las bandas características del homopolímero de mirceno y sus respectivos tratamientos presentan en  $3090-3100\text{ cm}^{-1}$ , el enlace de tensión del C-C, así como las bandas de tensión provenientes del grupo carbonilo de las mezclas PMY-CMC y PMY-ALM, en  $1735\text{ cm}^{-1}$ , en los resultados en el DLS se encontraron tamaños de partículas aptas para la aplicación películas biopoliméricas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Mederos-Torres, Y., Bernabé-Galloway, P., & Ramírez-Arrebató, M. Á. (2020). "Películas basadas en polisacáridos como recubrimientos biodegradables y su empleo en la postcosecha de los frutos". *Cultivos Tropicales*, 41(3).
2. Cornejo Reyes, G. V., Marinero Orantes, E. A., Funes Guadrón, C. R., & Toruño, P. J. (2020). "Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termo plástico biodegradable".

## EFFECTO DEL COMONOMERO IÓNICO NaSS EN LA POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN DEL METACRILATO DE METILO (MMA)

Área: Materiales

Diego Alejandro Perez Tovar<sup>a\*</sup>, Victor Adán Cepeda-Tovar<sup>a</sup>, Lorena Farías Cepeda<sup>a\*</sup>, Anilú Rubio-Ríos<sup>a</sup>, Daniela Marisol Carmona Govea<sup>a</sup>, Lucero Rosales-Marines<sup>a</sup>, Adolfo Romero Galarza<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280, Saltillo, Coahuila, México.  
[lorenafarias@uadec.edu.mx](mailto:lorenafarias@uadec.edu.mx)

Palabras clave: monómero, nucleación, NaSS, polimerización.

### Resumen

La polimerización en emulsión (PE) es una de las técnicas más usada para la síntesis de nanopartículas poliméricas, las cuales se pueden usar como una dispersión polimérica o látex o se secan para ser utilizadas en forma de polvo. Entre los componentes principales de la PE están el tensoactivo, el iniciador, el monómero y el agua. El tensoactivo tiene dos funciones en la PE, el principal es formar micelas para ser el sitio de nucleación de las partículas, así como proveerlas de estabilidad coloidal, existen algunas otras sustancias que pueden modificar el número de partículas formadas durante la PE, un ejemplo de ellas es el uso de comonomeros iónicos como es el estireno sulfonato de sodio (NaSS). El uso del NaSS en la PE de estireno dio como resultado un fenómeno de super-nucleación tanto en presencia como ausencia de tensoactivo, y al incrementar el contenido de NaSS se observó un aumento en la velocidad de polimerización debido al incremento del número de partículas formadas<sup>1,2</sup>, la duda que surge es que sucede cuando se utilizan monómeros con mayor solubilidad en el agua que el estireno. Por eso en el presente trabajo se estudia el efecto del porcentaje de NaSS (0,1, 2.5, y 5%) en la PE del metacrilato de metilo (MMA). Se realizaron PE de MMA a 70°C, utilizando Aerosol MA80<sup>®</sup> y persulfato de potasio (KPS) como tensoactivo e iniciador, respectivamente. Mediante gravimetría se determinó la evolución de la conversión respecto al tiempo de reacción, así mismo, la distribución y tamaño promedio de partícula se determinó por dispersión de luz. Se observó que a medida que se incrementa la concentración de NaSS la velocidad de polimerización aumenta y disminuye el tamaño de partícula del PMMA<sup>2</sup>. Mediante FTIR se determinaron las bandas características del PMMA y PMMA-NaSS, identificando así las interacciones presentes para el homopolímero y copolímeros; así mismo sus temperaturas de degradación mediante TGA.

### Referencias

1. Farías-Cepeda, L., Herrera-Ordóñez, J., & Saldivar-Guerra, E. (2010). "On the kinetics and particle size polydispersity of the styrene emulsion polymerization using aerosol MA80 and sodium dodecyl sulfate as surfactants". *Colloid and Polymer Science*, 288(14), 1401-1409.
2. Farias-Cepeda, L., Herrera-Ordóñez, J., Hernandez-Martinez, A. R., Estevez, M., & Rosales-Marines, L. (2017). "Super-enhanced particle nucleation in styrene emulsion polymerization in the presence of sodium styrene sulfonate". *Journal of colloid and interface science*, 500, 126-132.



## INNOVACION Y DESARROLLO DE NANOCOMPOSITOS POLIMÉRICOS APLICADOS COMO RECUBRIMIENTO EN EL ACABADO DEL CUERO; CONTROL DEL TAMAÑO DE PARTICULA EN LA EMULSION *Área: Materiales*

Semei Ornelas-Martínez<sup>a\*</sup>, Rosalba Fuentes-Ramírez<sup>a</sup>, Raúl Carrera-Cerritos<sup>b</sup>, David Contreras-López<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. 36030.*

<sup>b</sup>*Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, México. 25294.*

*Palabras clave: polímeros, materiales compuestos, oxido de zinc, protección UV, recubrimiento.*

### Resumen

La industria del cuero es una de las actividades industriales de buena importancia en México. El *acabado* es la que más se destaca ya que esta le da el valor agregado al producto dándole diferentes características tanto físicas (principalmente al tacto y mecánicas) como visuales al cuero. Cabe señalar que, las resinas utilizadas en este proceso pueden darle características como resistencia mecánica, química, o características visuales, como pueden ser el brillo, sensación de llenura, suavidad. Por ello mismo es necesario el desarrollo y/o reformulación de nuevas resinas para diferentes tipos de acabado que cumplan con las características que necesita el cliente y que cumplan los parámetros de calidad necesarios [1].

Por lo tanto, en esta investigación se desarrolló un compuesto tipo látex para el acabado al cuero natural denominada “Etab” que cumple con las especificaciones tanto físicas como estéticas que marca el mercado. Para este producto y el de posibles futuros se encontró que hay una relación importante con las variables a controlar de la reacción lo que nos dio resultados bastante interesantes. Para esta investigación sin duda alguna la velocidad de mezclado, velocidad y tiempo de agitación, concentración de los monómeros utilizados fueron factor importante tanto en el tamaño de partícula y en la estabilidad de la emulsión, factores importantes para la aplicación de la resina en una hoja de piel, ya que el recubrimiento ayudo a que el acabado natural que se deseaba cumplió con las características y además añadió las características antes mencionadas, resistencia mecánicas (resistencia al frote) y características estéticas como suavidad al tacto, poder cubriente, y mayor elasticidad y la protección UV.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Carrillo, G., Aleida, A., & Cervantes, Innovación Tecnológica y curtiduría del estado de Guanajuato, G. Economía Informa, 2017.
2. Vladimirovich, A. et al., *International Journal of Pharmacy & Technology*, 2016.
3. Alamro, Fowzia S. et al., *Microscopy Research & Technique*, 2021.

## LÍQUIDOS IÓNICOS EN LA EXTRACCIÓN DE CAFEÍNA A PARTIR DE CÁSCARA DE CAFÉ

Área: Materiales

Eduardo Lorenzana Licea, Diego Román-Montalvo, Myrna H. Matus y Zaira J. Domínguez Esquivel  
Instituto de Química Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.  
[myhernandez@uv.mx](mailto:myhernandez@uv.mx); [zdominguez@uv.mx](mailto:zdominguez@uv.mx)

Palabras clave: líquidos iónicos, cafeína, química computacional, caracterización, síntesis.

### Resumen

La cafeína tiene diversas aplicaciones en fármacos (con diversos beneficios para la salud del consumidor) [1], en el área agrícola (como pesticida e insecticida natural) [2-3] y en la industria alimentaria. México es un gran productor de café con más de 800,000 toneladas al año [4] (donde Veracruz representa el 24% de la producción total), resulta de gran interés su estudio. Comúnmente, se da uso al grano del café, mientras su cáscara se desecha o se usa sólo como composta, contaminando suelos y cuerpos de agua. Siendo que esta cáscara representa alrededor del 50% en peso con respecto al grano producido (por cada kilogramo de grano se produce medio kilogramo de cáscara) [5], se trata de una gran fuente de biomasa a la que se pretende dar un uso para reducir su huella ecológica, cerrando así el ciclo de vida del fruto del café.

Por ello, en este trabajo se comprueba la viabilidad de su uso para la obtención de cafeína empleando líquidos iónicos derivados de la colina como disolventes de extracción mediante métodos experimentales (síntesis de los líquidos iónicos, caracterización y extracción de la cafeína) y teóricos (optimización, análisis termoquímicos y de interacciones no enlazantes mediante métodos de Teoría de Funcionales de la Densidad). Estos líquidos iónicos, debido a sus características particulares (como su baja presión de vapor, alta estabilidad térmica, capacidad para formar interacciones intermoleculares con moléculas cercanas, entre otras) [6] son disolventes verdes que tienen un buen papel en el proceso de extracción de la cafeína. Adicionalmente, se encontró que su comportamiento se ve afectado en gran medida debido a factores como los cambios en la temperatura y el ambiente químico en el que se encuentran, por lo que se analizó mediante la metodología de superficie de respuesta (experimental) cuáles son las condiciones ideales para extraer la mayor cantidad de cafeína.

Se encontró que todos los líquidos iónicos estudiados son capaces de llevar a cabo las extracciones y pueden ser buenos candidatos para llevar a cabo este proceso, por lo que la selección del mejor candidato puede deberse a factores externos, tales como su disponibilidad.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Grosso, G.; Godos, J.; Galvano, F.; Giovannucci, E. L., “Coffee, caffeine, and health outcomes: An umbrella”, *Annu. Rev. Nutr.*, Vol. 3, p. 131-156, 2017.
2. Lara, D. R., “Caffeine, mental health, and psychiatric disorders”, *J. Alzheimer's Dis.*, Vol. 20, No. s1, p. S239-S248, 2010.
3. Petroski, R. J.; Stanley, D. W., “Natural compounds for pest and weed control”, *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 57, No. 18, p. 8171-8179, 2009.
4. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, “Comercio internacional del café, el caso de México”, *Investigación interna*, 2019. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/94Caf%C3%A9%20Producci%C3%B3n%20y%20Consumo.pdf> (Consultado 22/05/2023).
5. Castillo, N. E. T.; Sierra, J. S. O.; Oyervides-Muñoz, M. A.; Sosa-Hernández, J. E.; Iqbal, H. M.; Parra-Saldívar, R.; Melchor-Martínez, E. M., “Exploring the potential of coffee husk as caffeine bio-adsorbent – A Mini-Review”, *CSCEE*, Vol. 3, p. 100070, 2021.
6. Plechkova, N. V.; Seddon, K. R., “Applications of ionic liquids in the chemical industry”, *Chem. Soc. Rev.*, Vol. 37, No. 1, p. 123-150, 2008.



## FUNCIONALIZACIÓN POR PLASMA DE ÁCIDO OLEICO DE NANOTUBOS DE CARBONO DE PARED MÚLTIPLE

Área: *Materiales*

Mabel de Jesus Laredo Guia<sup>a\*</sup>, Lorena Farias-Cepeda<sup>a</sup>, Y. Karina Reyes Acosta<sup>a</sup>, Javier Fco. Enríquez Medrano<sup>a</sup>, Aidé Sáenz Galindo<sup>a</sup>, Adalí O. Castañeda Facio<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Coahuila, México C.P. 25294.

\* [mlaredo@uadec.edu.mx](mailto:mlaredo@uadec.edu.mx); [lorenafarias@uadec.edu.mx](mailto:lorenafarias@uadec.edu.mx)

*Palabras clave: funcionalización, plasma, NTCPM, ácido oleico.*

### Resumen

Los materiales compuestos son la mezcla de dos o más materiales que al combinarse pueden mejorar sus propiedades de dureza, resistencia térmica, mecánicas, etc. Uno de los nanomateriales que se utiliza con frecuencia para reforzar polímeros son los nanotubos de carbono de pared múltiple (NTCPM), los cuales tienen excelentes propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas. Pero el gran problema de los materiales compuestos es la compatibilidad entre el polímero y el refuerzo, para ello se han desarrollado diferentes métodos para funcionalizar la superficie del refuerzo para mejorar la compatibilidad con el polímero, una de las técnicas más utilizadas es la funcionalización con plasma, la cual se considera una tecnología limpia y accesible, así como con gran potencial debido a su versatilidad para modificar materiales como limpieza, grabado, injerto entre otros <sup>1</sup>. El plasma es el cuarto estado de la materia y es un gas altamente ionizado en el cual se encuentran partículas cargadas, iones, radicales, etc., todas estas partículas pueden generar en la superficie de un material desde una erosión hasta una reacción química <sup>2</sup>, aprovechando lo anterior en este trabajo se estudia el efecto del tiempo de tratamiento en la funcionalización de NTCPM con un plasma de ácido oleico, donde se utilizó una radio frecuencia de 50watt. Los NTCPM funcionalizados se caracterizaron mediante pruebas de dispersión en agua, espectroscopia FTIR y TGA. Mediante las pruebas de dispersión se encontró que los NTCPM funcionalizados a 60 min de tiempo se dispersaron mejor en agua y mediante FTIR se aprecia la banda de 1600-1800 nm<sup>-1</sup> correspondiente a los ácidos carboxílicos del ácido oleico.

### Referencias y citas bibliográfica

1. García T, Montero J, Calle W, Quinde M, Sarmiento P. "Plasma: una tecnología de gran potencial para la industria y la ciencia". *Ingenius Rev Cienc Tecnol*. 2010;(4):66-72.
2. Vesel A, Mozetic M. "New developments in surface functionalization of polymers using controlled plasma treatments". *J Phys Appl Phys*. 2017;50(29):293001. doi:10.1088/1361-6463/aa748a

**Agradecimientos:** Se agradece a la Universidad Autónoma de Coahuila, por el acceso a la información y su infraestructura para realización de este proyecto, y de igual manera se agradece a el Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por la beca de maestría otorgada # 826412.

## MICROCÁPSULAS ALGINATO DE SODIO / CANNABIDIOL (CBD) MEDIANTE PRECIPITACION EN MICROEMULSIÓN INVERSA

*Área: Materiales*

Carlos Antonio Porras Dávila<sup>a</sup>, Angela Valeria Gaytán Mata<sup>a</sup>, Daniela Marisol Carmona Govea<sup>a</sup>, Lorena Farías Cepeda<sup>a</sup>, Víctor Adán Céspedes Tovar<sup>a</sup>, Lucero Rosales Marines<sup>a</sup>, Juan Luis de la Peña Zúñiga<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280 Saltillo, Coah.

[danielacarmona@uadec.edu.mx](mailto:danielacarmona@uadec.edu.mx), [lorenafarias@uadec.edu.mx](mailto:lorenafarias@uadec.edu.mx)

*Palabras clave: cannabidiol, alginato de sodio, encapsulamiento, emulsión inversa.*

### Resumen

El cannabidiol, más conocido como CBD (C<sub>21</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>), ha ganado popularidad en los últimos años debido a sus propiedades medicinales como la capacidad para aliviar el dolor, reducir la inflamación. Lo convierte en una opción terapéutica para el tratamiento de diversas enfermedades principalmente de carácter inflamatorio. El proceso de microencapsulación es un medio comúnmente utilizado para aplicar recubrimientos a pequeñas partículas de sólidos, líquidos y gases en estructuras llamadas comúnmente núcleo - coraza. El encapsular ingredientes activos ofrece varias ventajas como protección a la degradación del compuesto activo debido a factores externos como la luz, la humedad y el oxígeno, aumenta su solubilidad y biodisponibilidad lo que ayuda a mantener su estabilidad y propiedades durante la liberación controlada. El alginato de sodio es un polisacárido que se obtiene principalmente de algas marinas, es muy utilizado en la industria farmacéutica debido a su alta biodegradabilidad, sus propiedades gelificantes y emulsionantes, además de presentar biocompatibilidad con las células del cuerpo humano. En este trabajo se llevó a cabo la encapsulación de CBD con alginato mediante precipitación en microemulsión inversa. Se prepararon dos microemulsiones, la primera contenía tolueno como fase continua y la fase dispersa contenía el alginato y CBD disperso en agua (microemulsión A); la segunda microemulsión contiene tolueno como fase continua y como fase dispersa una solución de cloruro de calcio (microemulsión B). Posteriormente se dosificó la microemulsión B en la microemulsión A para formar las microcápsulas de Alginato/CBD. Las microcápsulas fueron liofilizadas para eliminar restos de tolueno y humedad, posteriormente fueron caracterizadas mediante FTIR-ATR y TGA. Mediante FTIR se determinó la presencia de CBD en las microcápsulas ya que además de las bandas características del alginato también se presentan las bandas características del CBD. Por otro lado, el TGA de las microcápsulas muestra una pérdida en peso alrededor de 315°C correspondiente a la degradación del CBD, por lo que se puede decir que la técnica propuesta es adecuada para la formación de microcápsulas de alginato/CBD.

### Referencias y citas bibliográficas

1. L. W. Chan, L. T. Lim and P. W. S. Heng, "Microencapsulation of oils using sodium alginate", *Journal of microencapsulation*, Department of Pharmacy, National University of Singapore 2000, Vol. 17, No. 6, 757-766, 27 March 2000.
2. Susbin Raj Wagle, Bozica Kovacevic, Daniel Walker, Corina Mihael Ionescu, Umar Shah, Goran Stojanovic, Sanja Kojic, Armin Mooranian & Hani Al-Salami, "Alginate-based drug oral targeting using bio-micro/nano encapsulation technologies", *Taylor & Francis & Informa UK Limited, Expert Opinion on Drug Delivery*, Vol. 17, Issue 10 (2020), 29 Jun 2020.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen al personal del laboratorio de procesos de polimerización y a la unidad de análisis instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas de la UAdeC las facilidades otorgadas para llevar a cabo este proyecto.



## EFFECTO DEL TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE LA VISCOSIDAD EN EMULSIONES DE USO COSMÉTICO

Área: Materiales

Karla Alejandra Garza Palafox<sup>a</sup>, Gabriela Salazar Sánchez<sup>a</sup>, María Fernanda Silva Hernández<sup>a</sup>, Lucero Rosales Marines<sup>a\*</sup>, Lorena Farias Cepeda<sup>a</sup>, Juan Luis De la Peña Zúñiga, Lilia Eugenia Serrato Villegas<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés, S/N, C.P. 25294, Saltillo, Coahuila, México.

[lucero\\_rosales@uadec.edu.mx](mailto:lucero_rosales@uadec.edu.mx)

Palabras clave: emulsiones, viscosidad, tiempo de agitación, Taguchi.

### Resumen

En este trabajo se presenta el estudio cuantitativo de parámetros que afectan las propiedades fisicoquímicas de una emulsión mediante el diseño de experimentos Taguchi. Las emulsiones son dispersiones coloidales de un líquido en otro líquido inmiscible estabilizadas mediante un tensioactivo y/o partículas sólidas [1]. Los tensioactivos son utilizados para emulsionar, solubilizar, dispersar el aceite de la fase acuosa, aumentar la estabilidad y mejorar su absorción [1]. Para elaborar estas emulsiones se utilizarán seis tipos de aceites que son: almendras (*Prunus amygdalus dulcis oil*), arroz (*Oryza Sativa Bran Oil*), oliva (*Olea europaea fruit oil*), pepita de uva (*Vitis Vinifera Seed Oil*), caléndula (*Calendula Officinalis Flower Oil*) y cáñamo (*Cannabis Sativa Seed Oil*), y como emulsionantes se usarán cera lanette (*Cetearyl Alcohol (and) Sodium Cetearyl Sulfate*), cera polawax (*alcohol cetearílico y polisorbato 60*) y olivem 1000 (*Cetearyl olivate/ Sorbitan olivate*). Este trabajo busca medir las variables viscosidad, densidad y pH de cada prueba realizada, evaluando una concentración de emulsionante en un 2%, 4% y 6% de la formulación; la temperatura de fusión de las ceras en 65°C, 75°C y 85°C; el tiempo de agitación en 1, 3 y 5 minutos y la proporción aceite-agua de la fórmula 1:1, 1:1.5 y 1:2. Cada prueba se realiza a una velocidad de agitación constante de 2560 rpm, y con aspas de 90°. Los resultados presentados en este trabajo corresponden al efecto del tiempo de agitación sobre la viscosidad de las emulsiones, las cuales están enfocadas a ser de uso cosmético.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Venkataramani, D., Tsulaia, A., & Amin, S., "Fundamentals and applications of particle stabilized emulsions in cosmetic formulations", *Advances in Colloid and Interface Science*, Vol. 283, No. 102234, 2020.

**Agradecimientos:** Agradecemos al Laboratorio de Polimerización de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIOPELICULAS A BASE DE AMILOSAS Y AMILOPECTINAS DE GARBANZO (*Cicer Arietinum*), CHILACAYOTE (*Cucurbita Ficifolia*), HABA SECA (*Vicia faba*) Y CHALAHUITE (*Inga Vera*)

Área: Materiales

Diana Laura Sobera Contreras<sup>a</sup>, David García Sotelo<sup>a</sup>, Annet Rangel Martínez<sup>a</sup>, Nallely Guerrero Vidal<sup>a</sup>, Andrés Uriel Espadín Dávila<sup>a</sup>, Guillermo Jesús Cruz Cruz<sup>b</sup>, María Guadalupe Olayo González<sup>b</sup>, María del Rosario Mejía Cuero<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Departamento de Ingeniería Química, Av. Tecnológico s/n, CP 50640, San Felipe del Progreso, Estado de México, México.

<sup>b</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Departamento de Física, Carr. México-Toluca, km 36.5, CP 52750, Ocoyoacac, Estado de México, México.

[mariadelrosario.mc@sfelipeprogreso.tecnm.mx](mailto:mariadelrosario.mc@sfelipeprogreso.tecnm.mx)

Palabras clave: biopolímero, polisacáridos, almidón, biodegradable, compatible.

### Resumen

El objetivo del presente trabajo es sintetizar biopelículas a base de almidones naturales de garbanzo (*Cicer Arietinum*), chilacayote (*Cucurbita Ficifolia*), haba seca (*Vicia faba*) y chalahuite (*Inga Vera*); se busca que estos biopolímeros tengan propiedades similares a una membrana biocompatible, que pueda aportar excelentes condiciones para la cicatrización, la adhesión y proliferación celular.

Como resultado del acondicionamiento de las diferentes biomásas para la obtención del almidón fueron polvos finos con diferentes coloraciones, para el garbanzo y el haba la fécula que se obtuvo es de color blanco, para el chilacayote fue un polvo beige y el almidón de chalahuite es verde claro. La morfología de los almidones de forma general son aglomerados de óvalos lisos con longitud de eje mayor promedio de 12  $\mu\text{m}$ . El análisis EDS muestra que los almidones están constituidos principalmente por C y O, la presencia del C representa un  $50 \pm 10\%$  de la muestra y el O un  $40 \pm 10\%$  el resto del porcentaje se distribuye en elementos como el Zn, Na, K, Fe, Si, Cl y N. Las biopelículas se obtuvieron usando 3.0 g de cada almidón por separado al que se le adicionó agua destilada, ácido acético y etilenglicol. El proceso de polimerización sigue el mecanismo de un polímero ramificado amorfo que se forma con ayuda de la glicerina y por la amilopectina contenida en las diferentes biomásas de modo que la polimerización ocurre en las tres direcciones el resultado son membranas con espesores en el intervalo de 60 a 200  $\mu\text{m}$  en las cuales se aprecian las capas que conforman el cuerpo de la biopelícula, la textura de la superficie para las biopelícula de haba, chalahuite y chilacayote es lisa con algunas protuberancias. Las biopelículas de garbanzo son las menos resistentes a la tensión y muestran rugosidades en la superficie. Las propiedades mecánicas de los biomateriales obtenidos están en el rango de las membranas compatibles, cabe resaltar que la alta versatilidad de los almidones permite modular factores como el grado de polimerización, lo que hace posible imitar el comportamiento mecánico de un tejido óseo o blando [1-2].

### Referencias y citas bibliográficas

1. Roveimiab, Z. (2020). "Recent Advances in Natural Gum-Based Biomaterials for Tissue Engineering and Regenerative Medicine: A Review". *Polymers*, 12(1), 176. <https://doi.org/10.3390/polym12010176>.
2. Morgado, P.I., Aguiar-Ricardo, A., Correia, A.I.J., (2015). "Asymmetric membranes as ideal wound dressing: An overview on production methods, structure, properties and performance relationship". *Journal of Membrane Science*, 139-151.

**Agradecimientos:** Se agradece al TESSFP y al ININ por apoyar el desarrollo de este trabajo.

## ESTUDIO TEÓRICO DE LA TERMOQUÍMICA DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS ENTRE COMPUESTOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS Y DISOLVENTES EUTÉCTICOS

### PROFUNDOS

Área: *Materiales*

Carlos I. Oliva-López<sup>a,b</sup> y Myrna H. Matus<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Física, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Instituto de Química Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

[myhernandez@uv.mx](mailto:myhernandez@uv.mx)

*Palabras clave: disolventes eutécticos profundos, compuestos policíclicos aromáticos, química computacional.*

### Resumen

Los compuestos policíclicos aromáticos (CPAs) comprenden una de las clases más grandes de carcinógenos ambientales. Las principales causas son la contaminación ambiental y la utilización de procedimientos que dan lugar a la presencia de CPAs durante el procesamiento, conservación y envasado de alimentos [1]. Asimismo, los CPAs se utilizan como aceites extensores o plastificantes y extensores de caucho en muchos productos debido a su excelente compatibilidad con el caucho natural y sintético, principalmente en la industria de los neumáticos [2]. En consecuencia, este estudio se enfoca en la extracción de CPAs, utilizando disolventes verdes, específicamente, disolventes eutécticos profundos (DEPs) que se caracterizan por tener alta estabilidad térmica, baja volatilidad, bajas presiones de vapor, polaridad modificable, entre otras. Además suelen ser baratos, biodegradables, no tóxicos y más fáciles de preparar que los líquidos iónicos [3], lo que los convierte en candidatos prometedores para la extracción de los CPAs.

En esta primera parte del estudio, se realizó la obtención de estructuras de mínima energía a través de una búsqueda conformacional de miles de estructuras de los complejos formados por los DEPs y CPAs y el análisis termoquímico de la formación de los complejos obteniendo energías cercanas al equilibrio termodinámico. Estos resultados se obtuvieron en fase gas empleando métodos de Química Computacional, particularmente la Teoría de Funcionales de Densidad [4] y el código RISSA [5].

### Referencias

1. Guillen, M. D., "Polycyclic aromatic compounds: extraction and determination in food", *Food Additives Contaminants*, Vol. 11, No. 6, p. 669–684, 1994.
2. Coto, B., Suárez, I., Tenorio, M. J., Huerga, I., "Extraction of aromatic and polyaromatic compounds with NMP: experimental and model description", *Fluid Phase Equilibria*, Vol. 554, p. 113293, 2022.
3. Hansen, B. B., Spittle, S., Chen, B., Poe, D., Zhang, Y., Klein, J. M., Horton, A., Adhikari, L., Zelovich, T., Doherty, B. W., y col., "Deep eutectic solvents: A review of fundamental and applications", *Chemical Reviews*, Vol. 121, No. 3, p. 1232–1285, 2021.
4. Parr, R. G., "Density functional theory of atoms and molecules", *Horizons of Quantum Chemistry*, p. 5–15, 1980.
5. García-Miranda, J. J., "Búsqueda Estocástica de Isómeros Restringidos Espacialmente.", *Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana*, 2018.

**Agradecimientos:** MHM agradece a Conacyt por el proyecto de Ciencia Básica con clave CB-2016-284220.

## PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE LA BIOPELICULA POLIMERICA DE AMILOPECTINAS DE *Vicia Faba* CON NANOESFERAS DE Ag-Cu *Área: Materiales*

Annet Rangel Martínez<sup>a</sup>, María del Rosario Mejía Cuero<sup>a\*</sup>, Diana Laura Sobera Contreras<sup>a</sup>, David García Sotelo<sup>a</sup>,  
Andrés Uriel Espadín Dávila<sup>a</sup>, Carlos Lara Cruz<sup>a</sup>, Rigoberto Barrios Francisco<sup>a</sup>, Guillermo Jesús Cruz Cruz<sup>b</sup>,  
María Guadalupe Olayo González<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Departamento de Ingeniería Química, Av. Tecnológico s/n,  
CP 50640, San Felipe del Progreso, Estado de México, México.

<sup>b</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Departamento de Física, Carr. México-Toluca, km 36.5, CP 52750,  
Ocoyoacac, Estado de México, México.

[mariadelrosario.mc@s Felipeprogreso.tecnm.mx](mailto:mariadelrosario.mc@s Felipeprogreso.tecnm.mx)

*Palabras clave: biopolivicia, nano esferas Ag-Cu, material híbrido, biopolímero, inhibición antimicrobiana.*

### Resumen

En las últimas décadas se ha producido un desarrollo espectacular en el campo de los materiales híbridos, especialmente aquellos que se generan mediante la combinación biopolímero-metal permitiendo la generación de nuevas propiedades; por ejemplo, la capacidad antimicrobiana. El objetivo de este trabajo es conjugar las propiedades de nano esferas de Ag-Cu con biopelículas de almidón de *Vicia faba* (haba seca) y estudiar el efecto de las partículas sobre las propiedades físicas, químicas y de estructura de la membrana resultante; así como el efecto inhibitorio de crecimiento de microorganismos. La estructura química, morfología y propiedades de los materiales en sus diferentes etapas de formación se estudiaron y caracterizaron con métodos de análisis cualitativos y cuantitativos. El análisis de la estructura química se analizó por FTIR, la caracterización morfológica se hizo a través de MEB y de MO. Los estados químicos de la superficie por XPS. La biopelícula de amilopectinas de *Vicia faba* con nano esferas de Ag-Cu (Biopolivicia/Ag-Cu) es un nanocompuesto biodegradable con características, morfológicas y de tamaño definidas. Para determinar la propiedad antimicrobiana de la biopelícula, de Ag-Cu y de Biopolivicia/Ag-Cu se realizaron antibiogramas utilizando la bacteria *staphylococcus aureus*. Los resultados de las pruebas de sensibilidad antimicrobiana para el biopolímero sin dopar mostraron crecimiento y proliferación de la bacteria. Con respecto a las nano esferas Ag-Cu se realizaron ensayos para determinar la concentración mínima inhibitoria, encontrando que 0.015g de las nano esferas de Ag-Cu inhiben en su totalidad a la bacteria; por su parte, el material Biopolivicia/Ag-Cu presenta una inhibición del 50% en el antibiograma, el halo de inhibición máximo fue de 1.1 cm con respecto al diámetro del material que es de 0.6 mm. Por lo tanto se concluye que el material híbrido logra inhibir a *staphylococcus aureus*; esto debido a que probablemente las nano esferas bimetalicas ocasionan interrupciones en la superficie de la membrana de la célula, generando así un mal funcionamiento en componentes como el ADN, lípidos, peptidoglicanos y proteínas [1].

### Referencias y citas bibliográficas

1. Salem, W., Leitner, D.R., Zingl, F.G., Schratte, G., Prassl, R., Goessler, W., et al., (2015). "Antibacterial activity of silver and zinc nanoparticles against *Vibrio cholerae* and enterotoxigenic *Escherichia coli*". *Int J Med Microbiol*. Elsevier GmbH. 305(1):85-95.

**Agradecimientos:** Se agradece al TESSFP y al ININ por apoyar el desarrollo de este trabajo.

## COMPOSITOS MUCÍLAGO DE NOPAL-POLIACRILAMIDA PARA LA REMOCIÓN DE AZUL DE METILENO Y NEGRO REACTIVO

*Área: Materiales*

Shirley Carro<sup>a</sup>, Fátima Hernández-Avelino<sup>a</sup>, Karina del Ángel Sánchez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, México.

<sup>b</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México.

[shirley.carro@uatx.mx](mailto:shirley.carro@uatx.mx)

*Palabras clave: mucílago, poliacrilamida, adsorción, colorantes.*

### Resumen

En este trabajo se obtuvieron compositos de poliacrilamida-mucílago para la remoción de los colorantes azul de metileno y negro reactivo en aguas simuladas probando dos métodos de obtención: adición en semicontinuo del mucílago a una solución de acrilamida y la adición de una solución de acrilamida al mucílago. El porcentaje de mucílago en los compositos fue 25%, con la finalidad de probar con materiales semejantes obtenidos por lotes [1]. El producto se caracterizó mediante espectroscopía IR y las pruebas de remoción se llevaron a cabo mediante pruebas de jarras determinando la cantidad de colorante removida mediante espectroscopía UV.

Se encontró que el material que ofrece un mayor porcentaje de remoción (39% v.s. 7%) resulta de la adición de la acrilamida al mucílago, alcanzando el mayor porcentaje de remoción en un tiempo de contacto de 30 min. Determinada la forma de síntesis se varió la cantidad de mucílago adicionada. 15,25, 35, 45, 55 y 65 %. Las pruebas de remoción indican que se obtiene un mayor capacidad de remoción ( $q_{\max} = 24$  y  $46$  mg/g de composito, respectivamente) para el material con 45% de mucílago para el azul de metileno mientras que para el negro reactivo la mayor capacidad de remoción se obtiene con el composito con 55% de mucílago.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Martínez-Aguilar, P., "Síntesis de Copolímeros de Poliacrilamida con Mucilago de Nopal para Remover Azul de Metileno y Negro Reactivo de Aguas Simuladas", Tesis, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2020.

## UTILIZACIÓN DEL GAS DE EFECTO INVERNADERO CO<sub>2</sub> EN LA REACCIÓN DE DESHIDROGENACIÓN OXIDATIVA DE ETANO A ETILENO

Área: Materiales

F. Cancino-Trejo<sup>a\*</sup>, V. F Santes Hernández<sup>a</sup>, C. E. Santolalla Vargas<sup>a</sup>, I. C. Romero Ibarra<sup>b</sup>, A. Torres Bueno<sup>c</sup>,  
A. Jiménez Vázquez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Biociencias e Ingeniería, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD), Instituto Politécnico Nacional, C.P. 07340 Ciudad de México, México.

<sup>b</sup>Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA), Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.

<sup>c</sup>Departamento de Ingeniería Química Petrolera, Instituto Politécnico Nacional, Zacatenco, Ciudad de México C.P. 07738, México.

*Palabras clave:* deshidrogenación oxidativa, simetría octaédrica y tetraédrica, oxígeno nucleofílico y electrofílico.

### Resumen

Catalizadores Ni-Ga/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fueron evaluados en la reacción de deshidrogenación oxidativa (DHO) de etano a etileno en presencia del gas de efecto invernadero CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> tiene ventajas sobre otros oxidantes: abundancia, baja toxicidad, propiedades oxidantes suaves, induce la reacción (CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub> ↔ CO+H<sub>2</sub>O) lo que favorece la DHO de etano, y es de los principales gases de efecto invernadero por lo que su uso es un proceso ecológico [1]. La DHO se realizó en un reactor tubular Hastelloy de lecho fijo a temperaturas entre 550 °C y 650 °C. La mezcla de reacción consistió en 5% etano, 10% CO<sub>2</sub> y 85% N<sub>2</sub>.

Las caracterizaciones mostraron formación de NiO sobre la superficie de todos los catalizadores. Además, se observó la formación de sistemas tipo espinelas (NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) en los catalizadores Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. El tamaño de cristal del NiO no superó los 8 nm en los catalizadores bimetalicos, mientras que, en el catalizador masico de referencia (constituido solamente por NiO), el tamaño de cristalita fue mayor a 12 nm. La mejor actividad catalítica mostrada por los catalizadores NiGa1 y 32NiFe fue atribuida a las especies Ni con simetrías octaédrica Ni(O<sub>h</sub>) y tetraédrica Ni(T<sub>d</sub>), y a la alta dispersión de Ni, Ga y Fe sobre el soporte. El análisis XPS del O-1s en los catalizadores Ni-Ga mostró diferentes relaciones de oxígeno nucleofílico y electrofílico. En este sentido, se sabe que el oxígeno nucleofílico (O<sup>2-</sup>) es responsable de la oxidación selectiva de hidrocarburos, mientras que el oxígeno electrofílico (O<sup>-</sup>, O<sup>2-</sup>) induce la formación de CO<sub>x</sub> [2]. Los catalizadores NiGa3 y NiGa4 mostraron una relación O<sub>x(nuc)</sub>/O<sub>x(ele)</sub> ≈ 0.6, mientras que NiGa1, NiGa2 y NiO mostraron: 1.75, 1.97 y 2.33, respectivamente. Este resultado está relacionado con una mayor concentración de especies O<sub>x(ele)</sub> y la ausencia de actividad catalítica mostrada por los catalizadores NiGa3 y NiGa4. A 600 °C, los catalizadores 11NiFe y 32NiFe exhibieron la conversión y rendimiento a etileno más altos en comparación con el resto de los catalizadores, 22% y 11%, respectivamente.

### Referencias y citas bibliográficas

1. D. Mukherjee, S.-E. Park, and B. M. Reddy, "CO<sub>2</sub> as a soft oxidant for oxidative dehydrogenation reaction: An eco benign process for industry," *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*, vol. 16, pp. 301-312, 2016/12/01/ 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2016.08.005>.
2. M. Chen and X.-M. Zheng, "Effect of promoter thallium for a novel selectivity oxidation catalyst studied by X-ray photoelectron spectroscopy," *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, vol. 201, no. 1, pp. 161-166, 2003/07/01/ 2003. [https://doi.org/10.1016/S1381-1169\(03\)00150-X](https://doi.org/10.1016/S1381-1169(03)00150-X).

**Agradecimientos:** Los autores agradecen al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías de México (CONAHCYT) por el apoyo financiero a través del proyecto (A1-S-32418) y por la beca postdoctoral de F. Cancino-Trejo (CVU No. 367881).

## ESTUDIO DE LA OBTENCIÓN Y SEPARACIÓN DE DEXTRANOS A PARTIR DE LAS FERMENTACIONES DE EXTRACTO DE AGAVE SP

*Área: Materiales*

José Angel Mendoza Cruz<sup>1a</sup>, Andres Uriel Espadin Davila<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>TecNM, Tecnológico de San Felipe del Progreso, Ingeniería Química, San Felipe del Progreso, Estado de México, México.  
[andresuriel.ed@sfelipeprogreso.tecnm.mx](mailto:andresuriel.ed@sfelipeprogreso.tecnm.mx)

*Palabras clave: dextrano, Lueconostoc, viscosidad, inulina.*

### Resumen

El dextrano (Dx) es uno de los polisacáridos que se produce a partir de la modificación de la inulina, ya que este es sintetizado por algunas bacterias del genero *Leuconostoc* [2] durante el proceso de fermentación espontánea del aguamiel. Este le concede la consistencia viscosa al pulque debido a que es altamente soluble en agua, así mismo el Dx corresponde a una cadena de D-glucosa unidas por un enlace glucosídico [1]. Para realizar las fermentaciones se tomaron 100 ml de agua miel, se inocularon con las bacterias extraídas del pulque, se incubaron a horas específicas en temperaturas constantes variando los parámetros de pH (4, 4.5, 5.5), volumen de inóculo (2 y 4ml) y concentración de sustrato (14.64, 29.28g/ml). El proceso de fermentación fue monitoreado mediante las mediciones de viscosidad (centipoise), pH, °Brix, porcentaje de alcohol. La separación del Dx se hizo mediante la precipitación en sistema solvente-antisolvente caracterizando el resultado por la masa obtenida (g de Dx). Todos los resultados fueron analizados estadísticamente mediante un ANOVA con una significancia de  $\alpha = 0.05$ . Observándose la viscosidad como punto de referencia para la identificación de la producción de dextrano en pH de 4 se obtuvo un valor de viscosidad de 8.12 con una masa de 1.089g, con un pH de 4.5 no se mostró una significancia en viscosidad siendo un intervalo de 6.9-7.1 mientras que la masa tiene un intervalo de 0.51 a 0.80g, así mismo en un pH de 5.5 la viscosidad significativa es 7.76 con masa que se encuentra en un intervalo de 0.51-0.72. El volumen de inóculo de 2ml la viscosidad presentó resultados de 7.7-8.2 con masa de 0.96-1.35g, sin embargo, en 4ml de volumen de inóculo la viscosidad es de 8.86 con masa que va de 1.25-1.14g. La concentración de sustrato en 14.64g/ml mostró datos significativos con viscosidad de 8.12 con masa de 1.089g, a diferencia de la concentración de 29.28g/ml que resultó con viscosidad significativa de 11.71 y un intervalo de 1.08-1.87g. Se concluye que el parámetro con mayor relevancia durante la producción de dextrano fue la mayor concentración de sustrato.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Rodriguez O., Hanssen H., "Obtención de dextrano y fructosa, utilizando residuos agroindustriales con la cepa *leuconostoc mesenteroides* NRRL B512-F", *Revista EIA*, 2007.
2. Vega Baudrit, José Roberto, Sibaja Ballesteros, María del Rosario Lopretti, Mary, "Biosíntesis de dextranos de alto peso molecular mediante la inoculación con *Leuconostoc mesenteroides*, var. *mesenteroides* (ATCC 10830) de jugos residuales de la agroindustria de la piña: síntesis y caracterización de hierro-dextranos", *Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay*, 2012.
3. Guzmán R., Contreras J., "Aguamiel and its fermentation: Science beyond tradition, Departamento de Investigación en Alimentos", Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Coahuila, México, 2018.

**Agradecimientos:** Al TecNM por el financiamiento del proyecto con clave 15523.22-PD, de la convocatoria Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2022.

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ORO EN HIDROGELES DE COPOLÍMEROS DE ACRILMIDA

Área: Materiales

Rubí Estrada-Ramírez<sup>1a</sup>, Anabel Romero-López<sup>2b</sup>, José Manuel Pérez-Aguilar<sup>3c</sup>, Miriam Vega-Hernández<sup>4d</sup>,  
Brenda L. Sánchez-Gaytán<sup>5a</sup>, Guillermo Soriano-Moro<sup>6a</sup>

<sup>a</sup>Centro de Química-Instituto de Ciencias, BUAP, Puebla, Puebla, México.

<sup>b</sup>Instituto de Física, BUAP, Puebla, Puebla, México.

<sup>c</sup>Facultad de Ciencias Químicas, BUAP, Puebla, Puebla, México.

<sup>d</sup>Facultad de Ingeniería Química, BUAP, Puebla, Puebla, México.

[jesus.soriano@correo.buap.mx](mailto:jesus.soriano@correo.buap.mx), [brendale.sanchez@correo.buap.mx](mailto:brendale.sanchez@correo.buap.mx)

Palabras clave: nanopartículas de oro, hidrogeles, copolímero de acrilamida.

### Resumen

Los hidrogeles son un tipo de materiales poliméricos los cuales típicamente se obtienen por la reacción de polimerización de monómeros vinílico con monómeros que tienen dos o más grupos vinilo. Dichos materiales se han empleado como soporte para contener diferentes tipos de cargas orgánicas e inorgánicas, tales como nanopartículas metálicas. En particular, en la presente contribución se presentan los resultados en la síntesis y caracterización de hidrogeles de acrilamida (AM) y de acrilamida/*N*-dimetilaminopropilmetacrilamida (AM/DMAPMA) que contienen nanopartículas de oro. Dichos nanocompositos se obtienen de forma sinérgica en la reacción por fotopolimerización en ausencia de agentes de entrecruzamiento. Los nanocompositos se caracterizaron por espectroscopía UV-Vis, espectroscopía de infrarrojo (FT-IR), microscopía electrónica de barrido (SEM), Análisis termogravimétrico (TGA), entre otras. Así como su potencial aplicación como agentes antimicrobianos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. N. Baig, I. Kammakakam, W. Falath, and I. Kammakakam, "Nanomaterials: A review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges". *Materials Advances*, vol. 2, no. 6. Royal Society of Chemistry, pp. 1821–1871, Mar. 21, 2021. doi:10.1039/d0ma00807a.
2. S. Thies, P. Simon, I. Zelenina, L. Mertens, and A. Pich, "In Situ Growth and Size Regulation of Single Gold Nanoparticles in Composite Microgels". *Small*, vol. 14, no. 51, Dec. 2018, doi:10.1002/smll.201803589.
3. J. H. Kim and T. R. Lee, "Hydrogel-templated growth of large gold nanoparticles: Synthesis of thermally responsive hydrogel-nanoparticle composites". *Langmuir*, vol. 23, no. 12, pp. 6504–6509, Jun. 2007, doi:10.1021/la0629173.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen el apoyo al financiamiento interno de proyectos VIEP-BUAP y a CONACyT por la beca a maestría otorgada a R.E.-R.

## DISEÑO DE HIDROGELES A BASE DE POLIACRILAMIDA PARA APLICACIONES AMBIENTALES: ESTUDIO DE HINCHAMIENTO

*Área: Materiales*

José Juan Cedillo-Portillo<sup>1a</sup>, Jesús Guillermo Soriano-Moro<sup>2a</sup>, Laura Larisa Palestino-Pérez<sup>3b</sup>, María Teresa Zayas-Perez<sup>4a</sup>, Miriam Vega-Hernandez<sup>5b</sup>, Valeria Jordana González-Coronel<sup>6b</sup>

<sup>a</sup>Centro de Química, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

<sup>b</sup>Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

[jjcedillo92@hotmail.com](mailto:jjcedillo92@hotmail.com)

*Palabras clave: hidrogeles, poliacrilamida, hinchamiento, polímeros*

### Resumen

En la actualidad el diseño de diversos materiales poliméricos es un tema de gran importancia, esto debido a la gran versatilidad de este tipo de materiales para ser empleados en diversas áreas como la electrónica, las ciencias biomédicas, la agricultura y las ciencias ambientales [1]. Particularmente, los hidrogeles poliméricos, los cuales son materiales idóneos y prometedores en diversas áreas, debido a que presentan características adecuadas como una buena adsorción y un área superficial específica para ser aplicados como materiales prometedores dentro de las ciencias ambientales [2]. El objetivo de la presente investigación es el diseño hidrogeles a base de poliacrilamida con *N,N*-metileno-bisacrilamida como candidatos en el tratamiento de agua, una vez obtenidos los hidrogeles se caracterizaron mediante FT-IR, TGA y pruebas de hinchamiento, destacando que se determinaron los grupos funcionales mediante la técnica de FT-IR donde se observaron las bandas características para amidas, como los son las bandas en 3200 a 3600  $\text{cm}^{-1}$  del enlace N-H y la banda de 1650  $\text{cm}^{-1}$  la cual corresponde a los enlaces C=O, observando que no se afectada la estructura química de la poliacrilamida con respecto al agente de entrecruzamiento, respecto a el análisis termogravimétrico se observa que la concentración del agente de entrecruzamiento no es determinante para la resistencia a la temperatura para estos hidrogeles, por otra parte la concentración del agente de entrecruzamiento fue concluyente para las pruebas de hinchamiento encontrando que los hidrogeles con menor concentración del agente entrecruzante fueron los hidrogeles con el mayor contenido de agua.

### Referencias y citas bibliográficas

1. S. Awasthi, J. K. Gaur, M. S. Bobji, y C. Srivastava, "Nanoparticle-reinforced polyacrylamide hydrogel composites for clinical applications: a review", *J. Mater. Sci.*, vol. 57, núm. 17, pp. 8041–8063, may 2022, doi:10.1007/s10853-022-07146-3.
2. M. Ahmadian, H. Derakhshankhah, y M. Jaymand, "Recent advances in adsorption of environmental pollutants using metal-organic frameworks-based hydrogels", *Int. J. Biol. Macromol.*, p. 123333, ene. 2023, doi:10.1016/j.ijbiomac.2023.123333.

**Agradecimientos:** Se agradece al Centro de Química del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, así como al CONAHCYT por las facilidades y la beca de estancia posdoctoral otorgada a JJCP con No. CVU-863187.

## PREPARACIÓN DE POLI(ÁCIDO ACRÍLICO)/MUCÍLAGO DE LINAZA/HIDROGEL DE QUITOSANO PARA LA LIBERACIÓN DE KETOROLACO

Área: Materiales

Nashiely A. Rodríguez-Loredo<sup>a</sup>, Víctor M. Ovando-Medina<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ingeniería Química, Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carr. a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, SLP, México, 78700.

[ovandovm@gmail.com](mailto:ovandovm@gmail.com)

*Palabras clave:* ketorolaco, liberación controlada, mucílago de linaza, hidrogel, quitosano.

### Resumen

Los estudios sobre hidrogeles inteligentes y biocompatibles han dado como resultado el desarrollo de sistemas eficientes para la administración de fármacos controlados mediante estímulos externos. En este trabajo se polimerizó ácido acrílico utilizando persulfato de amonio como iniciador y N,N'-metilenbisacrilamida (NMBA) como agente entrecruzante, y en presencia de biopolímeros de quitosano (Chit) y mucílago de linaza (LS) para obtener un compuesto de hidrogel PAAc/LS/Chit que se usó para la adsorción y liberación de ketorolaco. El hidrogel se caracterizó mediante microscopía electrónica de barrido criogénica (Cryo-SEM), espectroscopía FTIR y análisis termogravimétrico (TGA). Se estudiaron los efectos del pH sobre el porcentaje de hinchamiento del hidrogel en agua ( $S$ ), el porcentaje de absorción de agua ( $W$ ) y la cinética de liberación de ketorolaco. El análisis SEM mostró un tamaño de poro de hidrogel dependiente del pH, con diámetros de microporo que oscilan entre 5 y 10 nm a pH ácido, mientras que para el hidrogel hinchado a pH = 9, se observaron poros más grandes en el intervalo de 30 a 50 nm. Se observó que  $S$  y  $W$  aumentaron con el pH del medio con una  $S$  del 608 % a un pH de 9 siguiendo un comportamiento de difusión Fickiano de agua en el poro del hidrogel, y una cinética de hinchamiento representada mediante un modelo de segundo orden. La cinética de liberación de ketorolaco se describió mediante el modelo matemático de Korsmeyer-Peppas, aumentando la velocidad de liberación con el pH, extendiendo el tiempo total de liberación del fármaco a 20 h.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Peppas, N. A., Bures, P., Leobandung, W. S., & Ichikawa, H. (2000). "Hydrogels in pharmaceutical formulations". *European journal of pharmaceuticals and biopharmaceutics*, 50(1), 27-46.

## SINTESIS DE COPOLIMEROS ANFIFILOS VIA POLIMERIZACIÓN RAFT EN EMULSION Área: Materiales

Cesar Alejandro Rodríguez Fernández<sup>a</sup>, Valeria Jordana González Coronel<sup>a</sup>, Jesús Guillermo Soriano Moro<sup>b</sup>,  
Anabel Romero López<sup>c</sup>, Nancy Tepale Ochoa<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

<sup>b</sup>Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

<sup>c</sup>Instituto de Física “Luis Rivera Terrazas”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

[valeria.gonzalez@correo.buap.mx](mailto:valeria.gonzalez@correo.buap.mx)

*Palabras clave:* polystyrene, polyacrylamide, emulsion polymerization, RAFT polymerization, poly(styrene-co-acrylamide) copolymers, amphiphilic polymers.

### Resumen

Los copolímeros anfifilos, han sido extensamente estudiados debido a su aplicación como espesantes en diversas áreas. Sin embargo, la obtención de espesantes adhesivos atrae la atención debido a las características que deben conjuntarse en una misma macromolécula. Y es por ello que diversos grupos de trabajo han jugado con la polaridad de los grupos funcionales en las cadenas poliméricas para observar el efecto que puede tener la modificación de la microestructura en las propiedades del material final. En el presente trabajo se eligió el método de polimerización en emulsión para la obtención de un látex, a partir de estireno y acrilamida; y para asegurar la copolimerización, se llevo a cabo mediante el uso de una agente de transferencia tipo RAFT. Se realizaron variaciones de concentraciones de agente de transferencia e iniciador ( $[I]/[CTA]$ : 1/3, 1/2), monómeros (50-50, 70-30, 95-5 %). Los copolímeros obtenidos se caracterizaron por resonancia magnética nuclear de protón (RMN 1H) y dispersión de luz dinámica (DLS), observándose diámetros de 60 a 200 nm. También se hicieron mediciones reológicas en estado estacionario (teniendo valores de viscosidad de más de 2000 mPa.s) para analizar el efecto de la estructura en el comportamiento de la viscosidad de los látex obtenidos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Souri, Zeinab, Adeli, Mohsen, Mehdipour, Ebrahim, “Two-dimensional MoS<sub>2</sub>: a platform for constructing three-dimensional structures using RAFT polymerization”. *New J. Chem.* 44; 41:17961-17969, 2020.
2. Yanling Cao, Yan Shi, Xiaohui Wu, Liqun Zhang, “Preparation of ABA triblock copolymer assemblies through “one-pot” RAFT PISA”, *Chinese Chemical Letters.* 31; 6: 1660-1664, 2020.
3. Li, Lanlan, Jiang, Ruyi, Chen, Jinxing, Wang, Mozhen, Ge, Xuewu, “In situ synthesis and self-reinforcement of polymeric composite hydrogel based on particulate macro-RAFT agents”, *RSC Adv.*, 7; 3: 1513-1519, 2017.
4. Wei Wang, Chengqiang Gao, Yaqing Qu, Zefeng Song, Wangqing Zhang, “In Situ Synthesis of Thermoresponsive Polystyrene-b-poly(N-isopropylacrylamide)-b-polystyrene Nanospheres and Comparative Study of the Looped and Linear Poly(N-isopropylacrylamide)”, *Macromolecules*, 49 (7), 2772-2781, 2016.
5. Truong, Nghia P, Dussert, Marion V., Whittaker, Michael R., Quinn, John F., Davis, Thomas P., “Rapid synthesis of ultrahigh molecular weight and low polydispersity polystyrene diblock copolymers by RAFT-mediated emulsion polymerization”, *Polym. Chem.* 6; 20:3865-3874, 2015.

## OBTENCIÓN DE UN COPOLÍMERO DE ACRILATO DE BUTILO CON METACRILATO DE GLICIDILO VÍA EMULSIÓN REFORZADO CON NANOPARTÍCULAS DE ZN: ESTUDIO COMO PROTECTOR DE RADIACIÓN UV

*Área: Materiales*

Adrián Joel Trejo García<sup>a</sup>, Rosalba Fuentes Ramirez<sup>a</sup>, Roberto Yáñez Macias<sup>b</sup>, Claude St. Thomas<sup>b</sup>, David Contreras López<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. 36030.

<sup>b</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, México. 25294.

*Palabras clave: polímeros, materiales compuestos, óxido de zinc, protección UV, recubrimiento.*

### Resumen

Dentro del espectro electromagnético tenemos presente diferentes zonas de energía con distinta longitud de onda, en este sentido, la radiación solar genera daño a las superficies de materiales que están expuestos a la intemperie por la energía que se emite en la región UV. Tomando en cuenta que tiene un alto valor de energía y al mismo tiempo, se le considera una fuente de energía ionizante, razón por la que puede dañar las superficies expuestas a la radiación solar logrando fragmentar los enlaces covalentes entre carbonos principalmente (Lu et al., 2021). Con el fin de proteger de la radiación UV a este tipo de materiales, se han propuesto una vasta variedad de filtros solares con el fin de disminuir el efecto de la intensidad de la radiación UV, siendo los materiales más utilizados, los óxidos inorgánicos semiconductores como el ZnO y TiO<sub>2</sub>. Esto se debe a su alta capacidad de absorber y disipar esta alta energía ionizante. (Mao et al., 2021). El óxido de zinc en escala nanométrica ha demostrado grandes propiedades como fotocatalizador y como filtro antes la radiación UV (Rawat et al., 2018). Por lo tanto, en la presente propuesta, se considera la síntesis de una matriz polimérica de acrilato de butilo y metacrilato de glicidilo por emulsión, siendo la base el látex con un tamaño de micela menor a 250 nm, asegurando no solo la incorporación de las nanopartículas de ZnO *in situ* durante el proceso de polimerización, sino también su aplicación sobre las superficies a estudiar, permitiendo observar el fenómeno de protección UV; el cual se estudió en un 25% w/w de sólidos del látex como a diferentes porcentajes de concentración del óxido semiconductor y variando la relación molar entre los monómeros en la alimentación al reactor.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Lu, Y., Liu, M., Cao, Y., Yin, J., Zhou, H., Yu, W., Liu, H., Wang, J., Huang, C., Ma, P., Que, S., Gong, C., & Zhao, G. (2021). "Hydrogel sunscreen based on yeast /gelatin demonstrates excellent UV-shielding and skin protection performance". *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 205, 111885. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFB.2021.111885>.
2. Mao, T., He, X., Liu, G., Wei, Y., Gou, Y., Zhou, X., & Tao, L. (2021). "Fluorescent polymers via post-polymerization modification of Biginelli-type polymers for cellular protection against UV damage". *Polymer Chemistry*, 12(6), 852–857. <https://doi.org/10.1039/D0PY00503G>.
3. Rawat, A., Soni, U., Malik, R. S., & Pandey, S. C. (2018). "Facile synthesis of UV blocking nano-sized Zinc Oxide and Polymethyl-methacrylate polymer nanocomposite coating material". *Nano-Structures and Nano-Objects*, 16, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2018.09.002>.

## DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UN BIOMATERIAL A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES Y MICELIO DE HONGOS BASIDIOMICETOS

Área: *Materiales*

María Adriana Delgado Armas, Sandra Fabiola Velasco Ramírez, Ana Cristina Ramírez Anguiano, Adalberto Zamudio Ojeda, Jessica Badillo Camacho, Edgar Benjamín Figueroa Ochoa, Eire Reynaga Delgado  
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.  
[maria.delgado2171@alumnos.udg.mx](mailto:maria.delgado2171@alumnos.udg.mx)

*Palabras clave: biomaterial, hongo, micelio, residuos.*

### Resumen

En el presente trabajo se explora el desarrollo de un biomaterial a partir de residuos agroindustriales que genera el estado de Jalisco, bagazo de agave (BA) y caña (BC), en conjunto con el crecimiento fúngico (micelio), en donde a partir de la degradación parcial de la lignocelulosa presente en los residuos seleccionados, se formen agregados con el micelio con el fin de encontrar una alternativa que se asemeje a los materiales de empaque tradicionales, teniendo en cuenta el valor agregado del producto debido al aprovechamiento de residuos para su fabricación. Para lograr lo anterior, se varió en la composición de los residuos, siendo para estos el mismo tiempo de secado. Al biomaterial obtenido se realizaron caracterizaciones por medio de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Espectroscopía FTIR y Análisis Elemental. Como resultados del Análisis Elemental se encontró que las cantidades de carbono, hidrógeno, nitrógeno, azufre y oxígeno presentes en ambos bagazos son similares, no así para las diferentes composiciones probadas para el desarrollo del biomaterial. En el SEM, se observó que, a mayor cantidad de micelio y mayor uniformidad en esta, se obtiene un material más homogéneo después del proceso de secado debido a que las hifas del hongo actúan como un aglomerante. Respecto de la caracterización FTIR, la muestra 100% BA muestra cambios principalmente en las bandas que aparecen entre 1820 y 1660  $\text{cm}^{-1}$  correspondientes a estiramientos C=O debido a la presencia de grupos acetil éster y carbonil aldehídos asociadas a hemicelulosa y lignina. Por otra parte, el 100% BC también presenta cambios en las bandas alrededor de 1700  $\text{cm}^{-1}$  de grupo C=O de cetonas no conjugadas de hemicelulosa, lo que demuestra la modificación del biomaterial a través del micelio. El cambio en la intensidad de las bandas sugiere que de los tres principales componentes de los biomateriales propuestos (Celulosa, Hemicelulosa y Lignina), la Lignina y Hemicelulosa participa activamente en la modificación del material. Como conclusión podemos mencionar que el crecimiento de micelio inoculado en los residuos agroindustriales proporcionó las condiciones para el diseño de un biomaterial bajo un método de fabricación biológica de bajo costo para reciclar los residuos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Aiduang, W., Chanthaluck, A., Kumla, J., Jatuwong, K., Srinuanpan, S., Waroonkun, T., Oranratmanee, R., Lumyong, S., & Suwannarach, N. (2022). "Amazing Fungi for Eco-Friendly Composite Materials: A Comprehensive Review". *Journal of Fungi*, 8(8), 1–28. <https://doi.org/10.3390/jof8080842>
2. El-Ramady, H., Abdalla, N., Fawzy, Z., Badgar, K., Llanaj, X., Törös, G., Hajdú, P., Eid, Y., & Prokisch, J. (2022a). "Green Biotechnology of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A Sustainable Strategy for Myco-Remediation and Bio-Fermentation". *Sustainability (Switzerland)*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/su14063667>
3. Elsacker, E., De Laet, L., & Peeters, E. (2022). "Functional Grading of Mycelium Materials with Inorganic Particles: The Effect of Nanoclay on the Biological, Chemical and Mechanical Properties". *Biomimetics*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/biomimetics7020057>
4. Susel, G. D. E., Domínguez, E. M. H., Fernández, A. G. E., Cervantes, J. Á., Medellín, L. D. R., & Mendoza, B. M. (2021). "Biomaterial obtenido a partir de micelio de hongo (*ganoderma lucidum*) y residuos agrícolas". *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4663–4681. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-065>

## SÍNTESIS Y ELABORACIÓN DE PELÍCULAS PLASTIFICADAS A BASE DE POLÍMEROS SINTÉTICOS Y NATURALES

Área: Materiales

Miguel Ángel Corona Rivera<sup>a</sup>, Martín Rabelero Velasco<sup>b</sup>, Elsa Cervantes González<sup>a</sup>, Víctor Manuel Ovando Medina<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ingeniería Química, Coordinación Académica Región Altiplano (COARA), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera a Cedral KM 5+600, San José de las Trojes, 78700 Matehuala, SLP, México.

<sup>b</sup>Ingeniería Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán #1421, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México.

[miguel.corona@uaslp.mx](mailto:miguel.corona@uaslp.mx)

*Palabras clave: Películas plásticas, plastificadas, polímeros, naturales, propiedades mecánicas.*

### Resumen

El término “plástico” se define como un conjunto de materiales sintéticos fabricados a partir de hidrocarburos. Desde mediados del siglo XX, se han producido muchos cambios dramáticos en la superficie de la Tierra. Uno de los más evidentes es la presencia y abundancia de residuos plásticos. Solo en 2015, la producción mundial de plástico fue de 380 millones de toneladas, y se prevé que esta cifra se cuadruplique para el 2050. [1] La fabricación de películas plásticas a partir de polímeros naturales ha demostrado ser una forma alternativa de reducir la contaminación causada por la rápida acumulación de desechos plásticos en el medio ambiente. [2] Las películas biodegradables son materiales comestibles y biodegradables que se pueden formar como recubrimientos sobre productos alimenticios o se pueden preformar como películas, y que puede colocarse entre los componentes de un alimento o bien funcionar como envases. [3] En el presente trabajo, los materiales que se usaron para su elaboración fueron el mucilago de linaza (ML), quitosano (Q), polímero sintético como es el poli (ácido acrílico) (PAAc), V-50 como iniciador y cuatro tipos de plastificantes (sorbitol, glicerol, etilenglicol y polietilenglicol) y se realizó mediante el método casting a 3 composiciones diferentes de plastificantes. La reacción de polimerización en agitación continua se realizó por una hora a 70°C. Los estudios que se realizaron fueron de caracterizaron mediante las técnicas de espectroscopia infrarroja (FTIR) donde se observaron las bandas características del ML, Q y PAAc, análisis termogravimétrico (TGA), con los que se obtuvieron pérdidas de masa de aproximadamente del 90% y mediante la derivada (DTGA), se observaron las temperaturas máximas ente 115 y 429 °C y pruebas mecánicas, donde se obtuvieron el módulo elástico (E) entre 0.15 y 2.58 GPa, así como la resistencia de tensión (Rm) que fue entre 8.67 y 34.19 MPa. Con los análisis de propiedades mecánicas se observó que a mayor composición de plastificante añadido mayor es la tendencia al comportamiento plástico y/o elástico.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Rivera-Garibay O, Álvarez-Filip L, Rivas M, Garelli-Ríos O, Pérez-Cervantes E, Estrada-Saldívar N. “Impacto de la contaminación por plásticos en áreas naturales protegidas mexicanas”. *Green-Peace*. 2020;53(9):1689–99.
2. I B. Olga Miriam Rutiaga Quiñones. “Elaboración de películas plásticas flexibles a partir de polímeros naturales como una alternativa de empaque y la evaluación de sus propiedades”. *Oxford Univ Press*. 2002;649.
3. Alimentarios Gdp. “Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador”. *Innotec*. 2011;4(4):33–6.

## FUNCIONALIZACIÓN DE ZEOLITA CLINOPTILOLITA CON GRUPOS CARBOXILOS POR ÁCIDO TARTÁRICO MEDIANTE CALENTAMIENTO CONVENCIONAL Y ULTRASONIDO PARA LA REMOCIÓN DE TOXINAS URÉMICAS

*Área: Materiales*

Aguilar-Márquez Juan Carlos<sup>a</sup>, Carro Shirley<sup>a</sup>, Cabello-Alvarado Christian J.<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, México.

<sup>b</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México.

[shirley.carro@uatx.mx](mailto:shirley.carro@uatx.mx)

*Palabras clave: clinoptilolita, ácido tartárico, remoción, toxinas urémicas.*

### Resumen

En este trabajo se modificó zeolita clinoptilolita con ácido tartárico mediante calentamiento convencional [1] y ultrasonido para la remoción de las toxinas urémicas urea, creatinina y ácido úrico. Para la modificación por calentamiento convencional se varió la relación en masa zeolita: ácido tartárico (0.05:1 y 0.01:1), mientras que con la técnica de ultrasonido[2] la variable fue el tiempo de modificación (30, 50 y 100 minutos). Para la remoción de las toxinas urémicas se observó que la zeolita modificada mediante ultrasonido durante 100 minutos obtuvo los valores más altos de adsorción, con un 74.49%, 40.31% y 51.50% para urea, creatinina y ácido úrico, respectivamente, mientras que para la clinoptilolita sin modificar presentó valores de remoción de 30.57%, 18.07% y 22.84%, para las mismas toxinas, respectivamente. Por lo tanto, la incorporación grupos ácido en la zeolita mejora notablemente las propiedades de adsorción de la clinoptilolita.

Respecto de la cinética de adsorción, se encontró que el modelo de pseudo segundo orden es el que describe mejor el tipo de adsorción en todas las zeolitas modificadas. También se empleó el modelo de difusión intrapartícula encontrando que el proceso de adsorción de urea y creatinina se lleva a cabo en dos etapas, mientras que el de ácido úrico en tres etapas. Para la adsorción en equilibrio los datos experimentales se ajustaron a los modelos lineales de Langmuir y Freundlich. Los ajustes para de los datos de equilibrio de urea demostraron que el modelo de Freundlich describe de mejor forma la interacción entre la superficie de la zeolita y la urea (adsorción multicapa), mientras que los datos de creatinina y ácido úrico mostraron un mejor ajuste con el modelo de Langmuir (adsorción monocapa).

### Referencias y citas bibliográficas

1. Cabello C., Bartolo P., Rincón S., Cabañas D., Zepeda A. "Modification of multi-walled carbon nanotubes with 1,4-diaminobutane dihydrochloride through heating at reflux" *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, Vol 25, No. 6, 348-354, 2017.
2. Andrade Guel M., Cabello-Alvarado, C., Romero Huitzil, R.L., Rodríguez Fernández, O.S. Ávila Orta C.C. Cárdena Pliego G., "Nanocomposite PLA/C20A Nanoclay by ultrasound-assisted melt extrusión for adsorption of uremic toxins and methylen blue dye", *Nanomaterials*, Vol. 11, No. 10, 2477, 2021.

**Agradecimientos:** Al CIQA por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo así como por el financiamiento del proyecto interno No. 6672.

## EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA FORMULACIÓN DE UN BÁLSAMO LABIAL NATURAL CON ADICIÓN DE PIGMENTO

Área: *Materiales*

Carlos Alexis Herrera Torres<sup>a</sup>, Angela Valeria Gaytan Mata<sup>a</sup>, Lucero Rosales Marines<sup>a\*</sup>,  
Lorena Farías Cepeda<sup>a</sup>, Juan Luis de la Peña Zúñiga<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Ciencias Químicas, Blvd. V. Carranza S/N, 25280.

[lucero\\_rosales@uadec.edu.mx](mailto:lucero_rosales@uadec.edu.mx)

Palabras clave: labiales, pigmentos, color, dureza.

### Resumen

En este proyecto se evalúa el efecto de la proporción de las fases que constituyen un bálsamo, así como el tipo de pigmento y la cantidad de este sobre la dureza y el color de un bálsamo con aplicación para un labial cosmético, con base en un diseño experimental Taguchi. Se propone una formulación base que consta de dos fases, la fase A formada por cera de abeja (*Beeswax*), manteca de cacao (*Theobroma cacao seed butter*), manteca de karité (*Theobroma cacao seed butter*), aceite de caléndula (*Calendula Officinalis Flower Oil*) y vitamina E (*Tocopherol*), y la fase B que corresponde al pigmento. Los pigmentos utilizados en este trabajo son inorgánicos: micas y óxidos. Las micas son brillantes y brindan una textura sedosa, mientras que los óxidos son tonos mate. Los tonos empleados son cobre rojizo, vino mate y rojo mate. Para estas formulaciones, la composición de la fase A se mantiene constante, pero se varía la proporción entre la fase A y la fase B, analizando el efecto que tienen dichas variaciones sobre la dureza y el color del producto final. La formulación base tiene la siguiente composición, expresada en porcentaje másico: 24% de cera de abeja, 16% de manteca de cacao, 16% de manteca de karité, 24% de aceite de caléndula, 4% de vitamina E y 16% de pigmento. Posteriormente, se varió la proporción de ceras en un 56%, 58% y 64%; la proporción de aceites en 20%, 24%, y 30%, y la proporción de pigmentos en un 8%, 12% y 16%. Estas variaciones se hicieron con base en un diseño de experimentos Taguchi que permita determinar el efecto de la composición sobre el color y la dureza del labial.

Se realizó la medición del color a cada una de las muestras tomando como variable la proporción del pigmento, así como la dureza, teniendo como variable la composición de los aceites y ceras. Se pudo observar que la dureza no cambia significativamente con respecto a las proporciones propuestas de ceras y aceites. Sin embargo, la medición del color, que se compone de la saturación, la luminosidad, y el parámetro RGB (rojo, verde y azul), sí presenta cambios con respecto a la proporción del pigmento.

Los resultados obtenidos buscan encontrar una formulación que satisfaga la uniformidad de color y la consistencia del producto.

### Referencias y citas bibliográficas

1. María Paula López Miranda, "Diseño y formulación cosmética de un labial, a partir de la extracción de betacianina del fruto desértico Iguaraya (*Stenoereus griseus*) como agente vegetal colorante del producto", Noviembre, 2018.

**Agradecimientos:** Agradecemos al Laboratorio de Polimerización de la Facultad de Ciencias Químicas por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.



## VELOCIDAD DE NUCLEACIÓN Y COAGULACIÓN EN SISTEMAS EN EMULSIÓN DE ESTIRENO

Área: *Materiales*

Shirley Carro<sup>a</sup>, Raymundo Montiel Olivares<sup>a</sup>, Jorge Herrera-Ordoñez<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apizaco, Tlaxcala, México.

<sup>b</sup>Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Juriquilla, Querétaro, México.

[shirley.carro@uatx.mx](mailto:shirley.carro@uatx.mx)

*Palabras clave: emulsión, nucleación, coagulación.*

### Resumen

Existe un gran avance en el conocimiento del mecanismo y la cinética de la polimerización en emulsión. Sin embargo, aún no está del todo claro algunos aspectos del mecanismo de formación de partículas (nucleación). Uno de los más debatidos es acerca de la estabilidad coloidal de las partículas nuevas (precursoras) formadas por nucleación micelar. Hay quienes argumentan que las partículas precursoras son estables mientras que otros argumentan que son inestables. Existen dos limitaciones experimentales que no han permitido dilucidar esta cuestión: (1) la duración tan corta de la etapa de nucleación y, (2) la formación y coagulación de partículas precursoras es simultánea de tal manera que no es posible cuantificar que tanto contribuye uno u otro fenómeno en el valor observado de la concentración o número de partículas.

En este trabajo, con la finalidad de superar estas limitaciones para estudiar la cinética de nucleación y cuantificar que tan significativa es la coagulación, se estudió un sistema de polimerización en microemulsión de estireno que se caracterizan porque la etapa de nucleación se extiende a lo largo de toda la polimerización, en contraste con lo polimerización en emulsión en la que, como ya se comentó, su duración es muy corta. Para enfrentar la limitación (2), se empleó la raíz positiva de la ecuación cuadrática publicada recientemente en la literatura<sup>1</sup>, en la cual se relaciona el número promedio de radicales por partícula con la rapidez de nucleación y el coeficiente de coagulación. Se encontró para la polimerización de estireno que la velocidad de formación y nucleación de partículas es semejante y que al inicio de la polimerización los valores son mucho mayores, conforme progresa la reacción estos valores disminuyen e incluso parecen estabilizarse presentando un comportamiento oscilante (formación-coagulación).

### Referencias y citas bibliográficas

1. Herrera-Ordoñez J., "Simplified Calculation of the Average Number of Radicals Per Particle in Emulsion Polymerization: Effect of Particle Nucleation and Coagulation Rates", *Macromolecular Reaction Engineering*, Vol. 13, No. 6, 1900025, 2019.

## MOMENTOS DIPOLARES DE SISTEMAS AZUFRADOS PRESENTES EN EL CRUDO DE PETRÓLEO

Área: Materiales

Ximena Mendoza-Rodríguez<sup>a,b</sup>, Luis Ignacio Perea-Ramírez<sup>b</sup> y Myrna H. Matus<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Instituto de Química Aplicada, Xalapa, Veracruz, México.

[myrhernandez@uv.mx](mailto:myrhernandez@uv.mx)

*Palabras clave:* compuestos azufrados, crudo de petróleo, desulfuración, química computacional, momento dipolar.

### Resumen

El crudo de petróleo es una mezcla de hidrocarburos que contiene nitrógeno, oxígeno y azufre, principalmente, en diversas proporciones; la remoción de este último es de suma importancia ya que la presencia de compuestos organoazufrados en gasolinas y diésel afectan al motor de automóviles y al medio ambiente, debido a la formación de óxidos de azufre durante la combustión [1].

La hidrodesulfuración (HDS) es el proceso más utilizado para reducir el azufre en combustibles pesados, ya que presenta buen rendimiento al momento de remover tioles y sulfuros; sin embargo, es deficiente con respecto a los tiofenos. Para hacer frente a esta dificultad se emplea la desulfuración oxidativa (ODS) la cual opera a condiciones relativamente bajas de presión y temperatura, a diferencia de la HDS, y logra eliminar un alto porcentaje de compuestos azufrados alquil sustituidos, los cuales son resistentes a la HDS [2].

La reactividad de estos compuestos azufrados depende de múltiples factores concernientes a las condiciones de operación, el tipo de catalizador utilizado, o el agente oxidante; asimismo repercute de forma directa en la eficacia del proceso oxidativo en la ODS. Por lo anterior, es relevante llevar a cabo el estudio de esta reactividad de estos compuestos para predecir tendencias de reacción para el conjunto de sitios azufrados y así proporcionar información en cuanto al trasfondo teórico de la desulfuración.

En el presente trabajo se llevó a cabo un estudio del momento dipolar para 20 compuestos alquil sustituidos derivados del dibenzotiofeno (DBT), tomando en cuenta tanto la fase gas, como posibles ambientes de solvatación (decalina y agua). Lo anterior partiendo de estructuras químicas con la menor energía conformacional, optimizadas dentro del marco de la Teoría de los Funcionales de la Densidad (TFD). El momento dipolar es un descriptor fisicoquímico que tiende a variar de acuerdo con la posición y cantidad de sustituyentes en la molécula, asimismo, se deriva de la diferencia de electronegatividades y representa la distribución de la densidad electrónica en un enlace [3]. Los resultados indican que el mayor momento dipolar se presenta en las moléculas más sustituidas con grupos metilo.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Khan, M.; Sayed, E. "Sulfur removal from heavy and light petroleum hydrocarbon by selective oxidation". *Advances in Clean Hydrocarbon Fuel Processing*. Vol. 3, No. 4, p. 243–261, 2011.
2. Zanella, R.; Cedeño, L.; Viveros, O.; Mireles, E. "Desulfuración oxidativa de organoazufrados con catalizadores de oro y plata soportados en óxido de titanio". *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, Vol. 6, No. 2, p. 147–148, 2007.
3. Davidson, H. "Dipole moment and molecular structure". *Journal of Chemical Education*, Vol. 5, No. 3, p. 598–603, 1950.

**Agradecimientos:** A Conacyt por el proyecto con clave 1561802 de Frontera-Sinergia.

## OBTENCIÓN DE PARTÍCULAS DE CuO POR SÍNTESIS VERDE Y SÍNTESIS QUÍMICA Área: Materiales

María del Rosario Mejía Cuero<sup>a\*</sup>, Annet Rangel Martínez<sup>a</sup>, María Guadalupe Olayo González<sup>b</sup>, Guillermo Jesús Cruz Cruz<sup>b</sup>, Andrés Uriel Espadín Dávila<sup>a</sup>, Rigoberto Barrios Francisco<sup>a</sup>, Nallely Guerrero Vidal<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Departamento de Ingeniería Química, Av. Tecnológico s/n, CP 50640, San Felipe del Progreso, Estado de México, México.

<sup>b</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Departamento de Física, Carr. México-Toluca, km 36.5, CP 52750, Ocoyoacac, Estado de México, México.

[mariadelrosario.mc@sfelipeprogreso.tecnm.mx](mailto:mariadelrosario.mc@sfelipeprogreso.tecnm.mx)

Palabras clave: síntesis verde, partículas metálicas, extractos de té, CuO.

### Resumen

Existen distintos métodos exitosos de obtención de partículas metálicas como la reducción de sales metálicas con agentes reductores químicos. Sin embargo, nuevos métodos como la síntesis verde se han ido aplicando basados en la reducción de materiales metálicos por medio del uso de extractos de ejemplares naturales como plantas, hongos, levaduras y microorganismos [1]. En específico, los extractos de las plantas contienen compuestos orgánicos fenólicos, terpenoides, flavonoides y antioxidantes, los cuales son metabolitos secundarios que actúan como agentes reductores y estabilizadores en la síntesis que permiten reducir el uso de agentes químicos [2]. En este trabajo se presentan dos métodos de síntesis de partículas de Cu; el primero es el de óxido reducción utilizando NaBH<sub>4</sub> como reductor de Cu<sup>+2</sup> en el que se obtienen nanopartículas de CuO y Cu<sup>0</sup>. El segundo método es por química verde utilizando el extracto vegetales de té de tabaquillo (*petunia axillaris*) como agente reductor de Cu<sup>+2</sup> para obtener partículas de CuO. El extracto se obtuvo por decocción. Los resultados obtenidos utilizando el agente reductor químico muestran que es posible obtener nanopartículas semiesféricas de CuO con diámetro promedio de 48.2 nm y con una composición elemental semi cuantitativa en porcentaje en peso de 52.47 % de Cu; 20.49 % O y 27.05 % de C. Se obtuvieron dos tipos de morfología con la síntesis verde las cuales son cubos y decaedros, el tamaño promedio del lado de los cubos es de 0.6 μm y el diámetro promedio de los decaedros es de 0.95 μm; la composición elemental del material es 23.82 % de Cu, 28.35 % de O, 28.32 % de C, 16.55 % de Cl y 2.95 % de K. El empleo de la química verde permitió obtener partículas de óxido de cobre a través de una síntesis menos tóxica con la cual se obtuvieron diferentes morfologías con un consumo de energía reducido. Por otro lado la síntesis química permitió obtener tamaños de partícula a escala nano métrica y cobre cero valente. Debido a la naturaleza de los materiales estos pueden ser utilizados en procesos de conducción, ópticos o como inhibidores de crecimiento bacteriano.

### Referencias y citas bibliográficas

1. S., Bhatia, "Natural Polymer Drug Delivery Systems Nanoparticles", Plants, and Algae Springer (2016).
2. V.V., Makarov, A.J., Love, O.V., Sinitsyna, S.S. Makarova, I.V., Yaminsky, M.E., Taliansky. "Green Nanotechnologies: Synthesis of Metal Nanoparticles Using Plants". Acta naturae, 6: 35-44, (2014).

**Agradecimientos:** Se agradece al TESSFP y al ININ por apoyar el desarrollo de este trabajo.



## OBTENCIÓN DE UNA MEZCLA DE CELULOSA MICROFIBRILADA Y NANOCELULOSA CRISTALINA A PARTIR DE BAGAZO DE AGAVE DE DESECHO

*Área: Materiales*

Luz Paola Martínez Castillo<sup>a</sup>; Elsa Cervantes Gonzales<sup>a</sup>; Víctor Manuel Ovando Medina<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ingeniería Química, Coordinación Académica Región Altiplano, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carr. a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, SLP, México, 78700.

[A277493@alumnos.uaslp.mx](mailto:A277493@alumnos.uaslp.mx)

*Palabras clave: fibra de agave, nanocelulosa, celulosa microfibrilada.*

### Resumen

En las últimas décadas el desarrollo de la nanotecnología ha ido en aumento debido a sus múltiples aplicaciones en biomedicina, medio ambiente, alimentos, textiles entre otros. La nanocelulosa en conjunto con la celulosa microfibrilada cuentan con propiedades singulares como su resistencia, ligereza, químicamente reactivas y biodegradables. Dichas características hacen de esta un material con múltiples aplicaciones. En este trabajo se obtuvo una mezcla de celulosa microfibrilada y nanocelulosa a partir de bagazo de agave de desecho. El proceso de obtención consistió en una molienda, seguida de un lavado en medio alcalino usando NaOH para remover principalmente lignina y hemicelulosa. Posteriormente se le dio un tratamiento de blanqueado usando peróxido de hidrogeno para finalmente realizar la obtención de las microfibras y la nanocelulosa mediante hidrolisis con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. El producto se caracterizó por espectroscopia FTIR y análisis termogravimétrico (TGA). Se obtuvo un rendimiento del 28.3% respecto a la cantidad inicial de fibras de bagazo de agave. Mediante el análisis de FTIR se observó que debido a los procesos de blanqueamiento e hidrolisis hubo una mayor absorción de agua aumentando las vibraciones de los grupos O-H, así como una disminución de las vibraciones C-C en el anillo de lignina. El análisis de TGA mostró que la fibra original de bagazo de agave presenta tres cambios térmicos importantes correspondientes a lignina, hemicelulosa y celulosa, mientras que el producto hidrolizado (celulosa microfibrilada y nanocelulosa) presentó solamente dos cambios térmicos, siendo esta última la de menor estabilidad térmica. Más resultados sobre la caracterización por SEM y su aplicación serán presentados durante el Simposio.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Wulandari, W. T., Rochliadi, A., & Arcana, I. M. "Nanocellulose prepared by acid hydrolysis of isolated cellulose from sugarcane bagasse". *In IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 107, No. 1, p. 012045). IOP Publishing. (2016).

## RESPUESTA FOTOVOLTAICA COMPETITIVA EN MICROESTRUCTURAS DE BFO – Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Área: Materiales

Zaira Jocelyn Hernández Simón<sup>a</sup>, José Alberto Luna López<sup>a\*</sup>, Gabriel Omar Mendoza Conde<sup>a</sup>, José Álvaro David Hernández de la Luz<sup>a</sup>, Haydee Patricia Martínez Hernández<sup>b</sup>, Karim Monfil Leyva<sup>a</sup>, Jesus Carrillo López<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Centro de Investigaciones en Dispositivos Semiconductores, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México.

<sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala, México.  
[jose.luna@correo.buap.mx](mailto:jose.luna@correo.buap.mx)

*Palabras clave: materiales ferroicos, microestructuras, respuesta fotovoltaica.*

### Resumen

En este trabajo se reporta la respuesta fotovoltaica de microesferas huecas de Ferrato de Bismuto (BiFeO<sub>3</sub>) y microestructuras con forma de flor con una mezcla de fases (BiFeO<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), de los cuales fue obtenida una excelente respuesta fotoeléctrica ( $J_{sc}=3.5\text{mA}/\text{cm}^2$ ) con un incremento de la fotocorriente de más de seis órdenes de magnitud con respecto a la corriente de oscuridad, además, se calculó la eficiencia cuántica alcanzando un valor de 10.7%. Los resultados obtenidos son atribuidos a la forma propia de las microestructuras, la mezcla de fases y la gran cantidad de vacancias de oxígeno presentes en el material. Este descubrimiento representa un avance importante en los materiales ferroicos y su aplicación a dispositivos fotovoltaicos, pues como es bien sabido, estos presentan una fotorrespuesta baja y, en consecuencia, una densidad de corriente de cortocircuito pequeña ( $J_{sc}\ll\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ). Estas características se consideran un problema para el que se han explorado múltiples soluciones, desde la formación de heteroestructuras complejas, así como el dopaje con diversos materiales, alternativas que resultan costosas y, en muchos casos, complicadas. En este contexto la técnica de depósito utilizada de Spray Pirolisis ultrasónico presenta ventajas en cuanto a costos de producción, facilidad de depósito y escalabilidad. Los resultados obtenidos son competitivos con los alcanzados utilizando técnicas y estructuras mucho más complejas, como se observa al comparar los resultados de este trabajo con informes recientes de respuesta fotovoltaica del BFO encontrados por otros investigadores; lo que conduce a posibles aplicaciones de estas microestructuras que podrían mejorar la eficiencia de las celdas solares y dispositivos fotónicos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Wang, F., Lv, S., Fu, C., & Zhang, C. (2017). The first-principles calculations on trigonal and hexagonal structures of BiFeO<sub>3</sub>. *Ferroelectrics*, 520(1), 177-178.
2. Chen, G., Chen, J., Pei, W., Lu, Y., Zhang, Q., Zhang, Q., & He, Y. (2019). Bismuth ferrite materials for solar cells: current status and prospects. *Materials Research Bulletin*, 110, 39-49.

**Agradecimientos:** Este trabajo fue parcialmente soportado por CONACYT-CB-G-766-2023, CONACYT [Beca Doctoral: 731862], VIEP 2023. También agradecemos a los laboratorios del CNyN, IFUAP y PDS por su ayuda en la caracterización de las muestras.

## CONTROL MULTIVARIABLE DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN REACTIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

*Área: Procesos*

Miguel A. Murrieta, Veronica Vazquez-Ricaño, Miguel A. Morales-Cabrera y Eliseo Hernandez-Martinez  
Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, región Xalapa, Veracruz, México.  
[elisehernandez@uv.mx](mailto:elisehernandez@uv.mx)

*Palabras clave: Biodiesel, destilación reactiva, control multivariable.*

### Resumen

Actualmente, la industria química ha mostrado un creciente interés en el desarrollo de procesos integrados que combinan la reacción y la separación en una sola unidad, con el objetivo de reducir el número de equipos, aumentar la conversión y/o selectividad, así como la reducción del gasto energético. La destilación reactiva es un proceso donde se lleva a cabo una reacción química y al mismo tiempo se separan los productos generados, lo que permite reducir el número de equipos y puede representar un ahorro energético significativo [1]. Sin embargo, la interacción de los múltiples fenómenos que intervienen (físicos y químicos), dificultan la operabilidad y control de la columna. Recientemente se han reportado diferentes enfoques de control aplicados a la columna de destilación reactiva, sin embargo, la mayoría están basados en esquemas de una entrada - una salida, los cuales a pesar de que han mostrado un buen desempeño, están limitados sobre la región de operación en los cuales se diseñaron [2-3]. En ese sentido, en este trabajo se propone la implementación de un esquema de control robusto multivariable no lineal de múltiples entradas-múltiples salidas, que tiene aplicabilidad en una amplia región de condiciones de operación en la producción de biodiesel. Para la simulación del modelo se plantea el balance de materia y energía, acoplado al modelo termodinámico de UNIQUAC para la determinación del equilibrio líquido-vapor. Mientras que, para el diseño del controlador se implementa un esquema de tipo compensación de error de modelado (CEM) basado en la respuesta del modelo dinámico [4]. Se analizan diferentes configuraciones de control, evaluando diferentes variables del proceso. Los resultados obtenidos se evaluaron frente a esquemas clásicos de control, encontrando que el esquema propuesto es robusto frente a cambios de operación y a perturbaciones externas.

### Referencias

1. Kiss, A. A., & Bildea, C. S. (2012). "A review of biodiesel production by integrated reactive separation technologies". *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 87(7), 861-879.
2. Sharma, N., & Singh, K. (2012). "Model predictive control and neural network predictive control of TAME reactive distillation column". *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 59, 9-21.
3. Sharma, N., & Singh, K. (2010). "Control of reactive distillation column: a review". *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 8(1).
4. Rodríguez-Jara, M., Velasco-Pérez, A., Vian, J., Viguera-Carmona, S. E., & Puebla, H. (2023). "Robust Control Based on Modeling Error Compensation of Microalgae Anaerobic Digestion". *Fermentation*, 9(1), 34.

## EQUILIBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO EN LA MEZCLA LIMONENO + AGUA + N-HEPTANO

Área: Procesos

Jesús Irán Marín Montejo<sup>a</sup>, Jazmín Hernández Solís<sup>a</sup>, David Guerrero Zárate<sup>a</sup>, Saraí Alejandro Hernández<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Jalpa de Méndez,  
Tabasco, México.  
[david.guerrero@ujat.mx](mailto:david.guerrero@ujat.mx)

Palabras clave: termodinámica, extracción, separación, coeficiente de actividad.

### Resumen

El limoneno es un compuesto orgánico que se encuentra en los aceites esenciales de muchos cítricos, especialmente en las cáscaras de limones y naranjas. Es un terpeno que tiene una amplia gama de aplicaciones en la industria debido a sus propiedades y características únicas<sup>1</sup>. El limoneno se utiliza como materia prima para la síntesis de otros compuestos químicos, como polímeros, solventes y fragancias sintéticas. También se emplea como disolvente en aplicaciones industriales, como la limpieza de equipos y la fabricación de pinturas y recubrimientos. Tradicionalmente, el limoneno se obtiene mediante destilación por arrastre de vapor y una posterior separación por decantación del aceite y el hidrolato, que es una fase acuosa que contiene trazas de limoneno, que puede ser extraído mediante una separación líquido-líquido, el éxito de este método depende de la diferencia de solubilidad del compuesto a extraer en dos disolventes diferentes. Se verificó la plataforma *ThermoLit* y *ThermoPlan*, ambas del *National Institute of Standards and Technology*, encontrando que en estas bases de datos no existen artículos que reporten el equilibrio líquido-líquido para la mezcla limoneno + agua + *n*-heptano. Por lo anterior, en este trabajo se determinó experimentalmente el equilibrio líquido-líquido para la mezcla limoneno + agua + *n*-heptano; se prepararon mezclas de limoneno en agua y limoneno en *n*-heptano, posteriormente se midió su índice de refracción a 298.15 K con la finalidad de construir las curvas de calibración para las fases acuosa y orgánica. Se prepararon mezclas de limoneno + *n*-heptano con composición conocida y posteriormente se agregaron diversas masas de agua; se utilizó un agitador vórtex para promover el intercambio de masa y se dejaron equilibrar a temperatura ambiente; se separaron las fases orgánica y acuosa, se midió el índice de refracción y con la curva de calibración se determinaron las composiciones de limoneno en el equilibrio; se realizaron pruebas de consistencia termodinámica<sup>3,4</sup> a los datos obtenidos y se ajustaron a un modelo de energía libre de Gibbs de exceso. Los datos de equilibrio determinados en este trabajo pueden contribuir en el diseño de procesos de separación para la extracción del limoneno a partir del hidrolato.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Anandakumar, P., Kamaraj, S., & Vanitha, M. K., "D-limonene: A multifunctional compound with potent therapeutic effects", *Journal of food biochemistry*, Vol. 45, No. 1, e13566.
2. Satira, A., Espro, C., Paone, E., Calabrò, P. S., Pagliaro, M., Ciriminna, R., & Mauriello, F., "The limonene biorefinery: From extractive technologies to its catalytic upgrading into p-cymene" *Catalysts*, Vol. 11, No. 3, p. 387-403, 2021.
3. Othmer, D. F., & Tobias, P. E., "Liquid-liquid extraction data-toluene and acetaldehyde systems" *Industrial & Engineering Chemistry*, Vol. 34, No. 6, p. 690-692, 1942.
4. Hand, D. B. "Dimeric distribution", *The Journal of Physical Chemistry*, Vol. 34, No. 9, p. 1961-2000, 2002.

## MEDICIÓN DE LA SOLUBILIDAD MEZCLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO + D-LIMONENO + ETANOL O + 1-BUTANOL

Área: Procesos

Ángel Isidro Hernández García<sup>a</sup>, Marco Antonio Ricárdez Jiménez<sup>a</sup>, Zujey Berenice Cuevas Carballo<sup>a</sup>, José Manuel Vázquez Rodríguez<sup>a</sup>, David Guerrero Zárate<sup>a</sup>

<sup>a</sup>División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Jalpa de Méndez 86200, Tabasco, México.  
[david.guerrero@ujat.mx](mailto:david.guerrero@ujat.mx)

Palabras clave: precipitación; equilibrio sólido-líquido; polímeros.

### Resumen

El poliestireno expandido (PEE) es un polímero utilizado principalmente en la industria de la construcción y como recipientes térmicos, debido a sus propiedades aislantes y alta resistencia<sup>1</sup>. Se estima que en los centros de acopio se recibe cerca del 2% del poliestireno consumido, lo anterior debido a que es un plástico con densidad muy baja, lo que complica su almacenaje y transporte. Se ha propuesto el uso de solventes para reducir el volumen del poliestireno, algunos derivados del petróleo (por ejemplo, el tolueno o los xilenos) y otros de origen vegetal como el aceite de eucalipto, omega 3, aceite de anís estrella<sup>2</sup> y el D-limoneno. Además, se ha determinado el efecto de la temperatura en la solubilidad del poliestireno en algunos aceites esenciales<sup>3</sup>. En este trabajo se estudió el límite de solubilidad del poliestireno expandido en D-limoneno, a presión atmosférica y temperatura ambiente (297.15 K); además, se determinó el efecto de la adición de etanol o 1-butanol en el equilibrio de solubilidad. Las mezclas de D-limoneno + alcohol se prepararon de forma gravimétrica; se adicionaron poco a poco masas conocidas de poliestireno expandido a la mezcla líquida hasta alcanzar la precipitación; posteriormente, se centrifugó la mezcla a 4500 rpm durante 10 min; se colectó 3 ml del sobrenadante y se depositó en un cristalizador, midiendo la masa de la mezcla y dejando evaporar a condiciones ambiente; finalmente, se midió la masa en el cristalizador hasta que no hubo variación. Se encontró que la presencia de los alcoholes reduce la solubilidad del poliestireno en el D-limoneno, pasando de 1.09 g de PEE/g de limoneno a cero g de PEE/g de limoneno cuando se tiene una mezcla de 24% w/w de etanol en D-limoneno o 32% w/w de 1-butanol en D-limoneno. Se observó que, al incrementar la cadena de hidrocarburo en el alcohol, el poliestireno es más soluble en la mezcla, esto debido al cambio en la polaridad de la molécula; los datos experimentales se ajustaron a una ecuación empírica exponencial, obteniendo una Desviación Absoluta Promedio Porcentual (DAPP) inferior al 1% en ambos casos.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Mohammed El Amine, Z., Lahcene, T., Brahim, B.O.U.R.A.S. and Kouider, M., "Methods of Recycling Expanded Polystyrene Waste: Synthesis and Characterization", *Physical Chemistry Research*, Vol. 11, No. 4, p. 943-951, 2023.
2. Gil-Jasso, N.D., Segura-González, M.A., Soriano-Giles, G., Neri-Hipolito, J., López, N., Mas-Hernández, E., Barrera-Díaz, C.E., Varela-Guerrero, V. and Ballesteros-Rivas, M.F., "Dissolution and recovery of waste expanded polystyrene using alternative essential oils", *Fuel*, Vol. 239, p. 611-616, 2019.
3. Pardo Mendoza, I.D. and León-Pulido, J., "Efecto de la concentración y temperatura en la disolución de poliestireno expandido usando solventes naturales", *Revista Avances: Investigación en Ingeniería*, 18(2), 2021.

**Agradecimientos:** Este proyecto fue apoyado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco CCYTET y por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

## PREDICCIÓN DE COEFICIENTES EFECTIVOS DE LA TRANSFERENCIA DE MASA EN SISTEMAS DE INMOVILIZACIÓN CELULAR

Área: Procesos

Rolando Zenteno-Catemaxca<sup>\*a</sup>, Roel Hernandez-Rodriguez<sup>b</sup>, Epifanio Morales-Zárate<sup>a</sup>,  
Eliseo Hernandez-Martinez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, Ciudad de México, México.

[rzentenocatemaxca@gmail.com](mailto:rzentenocatemaxca@gmail.com)

Palabras clave: microorganismos inmovilizados, coeficientes efectivos, modelado matemático, transporte de masa.

### Resumen

La inmovilización celular es una técnica utilizada en numerosos procesos biotecnológicos, debido a sus bondades, como la fácil separación de microorganismos del medio fermentación, altos rendimientos ( $Y_{P/S} > 0.7$ ) y la extensión a procesos continuos [1, 2]. No obstante, las matrices de inmovilización son porosas y se presenta la formación de una biopelícula, la transferencia de masa de las especies químicas en estos procesos es un factor limitante, ya que el transporte sucede a través de varios niveles de escala, desde la micro hasta macro. Por ello, el desarrollo de un modelo de medio efectivo para la transferencia de masa ha sido un tema de interés en numerosos trabajos reportados en la literatura. En tales trabajos, la determinación de los coeficientes efectivos usualmente se lleva a cabo mediante correlaciones empíricas o estimaciones paramétricas. Sin embargo, las correlaciones empíricas están limitadas a geometrías simples de las matrices de inmovilización. Además, los coeficientes obtenidos mediante estimaciones paramétrica están limitados a las condiciones en las cuales fueron determinados. Por lo que, no hay garantía de que los modelos de medio efectivo proporcionen una descripción precisa de la transferencia de masa en los sistemas con matrices de inmovilización más complejas y en el amplio rango de condiciones de los procesos. En ese sentido, en este trabajo se propone una metodología para determinar los coeficientes de transporte de masa en partículas de inmovilizado con formación de biopelículas mediante el método del promedio volumétrico [3]. Como resultado se obtuvieron un conjunto de definiciones de los coeficientes de medio efectivo y un conjunto de problemas de valor en la frontera para su determinación. Estos problemas se resolvieron en celdas unitarias representativas en 2D y 3D de un sistema de inmovilizado, permitiendo calcular los coeficientes de difusividad efectiva, de transporte interfacial y otros no convencionales como una función de la fracción de la biopelícula ( $e_w$ ). Los resultados muestran que el coeficiente de difusividad efectiva ( $D_{i,gg}$ ) predicho en este trabajo coincide con determinaciones experimentales ( $R^2 > 0.96$ ) de glucosa y etanol reportadas para perlas de alginato con formación de biopelícula. Además, se predijeron los coeficientes de transporte interfacial entre la fase biopelícula y la fase fluida. Cabe resaltar que esta metodología no se restringe a celdas unitarias simples, por lo que representa una mejora en la determinación de los coeficientes efectivos en sistemas con microorganismos inmovilizados.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Dalli, S.S., Silva, S.S., Uprety, B.K., y Rakshit, S.K. "Enhanced production of xylitol from poplar Wood hydrolysed through a sustainable process using immobilized new strain *Candida tropicalis* UFMG BX 12-a.", *Applied Biochemistry Biotechnology*, Vol. 182, p. 1053-1064, 2017.
2. Konti, A., Mamma, D., Hatzinikolaou, D. y Kekos, D. "3-Chloro-1,2-propanediol biodegradation by Ca-alginate immobilized *Pseudomonas putida* DSM 437 cells applying different processes: mass transfer effects", *Bioprocess and Biosystems Engineering*, Vol. 39, No. 10, 111-117, 2026.
3. Orgogozo, L., Golfier, F., Bluès, M., Quintard, M. y Koné, T. "A dual-porosity theory for solute transport in biofilm-coated porous media", *Advances in Water Resources*, Vol. 62, 266-279, 2013.

## MODELADO DE UN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE POLIESTIRENO DILUIDO EN LIMONENO UTILIZANDO ALCOHOLES

Área: *Procesos*

Marco Antonio Ricárdez Jiménez<sup>a</sup>, Ángel Isidro Hernández García<sup>a</sup>, Jorge Alberto Galaviz Pérez<sup>a</sup>, José Castro Baeza<sup>a</sup>, David Guerrero Zárate<sup>a</sup>

<sup>a</sup>División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Jalpa de Méndez, Tabasco, México.

[david.guerrero@ujat.mx](mailto:david.guerrero@ujat.mx)

*Palabras clave: simulación, etanol, 1-butanol, solubilidad, separación.*

### Resumen

El principal tratamiento para el poliestireno (PE) expandido es la compactación y deposición en rellenos sanitarios, siendo prácticamente nulo el reciclaje y, cuando este se lleva a cabo, se realiza por medios mecánicos o en tratamiento con solventes de origen fósil como el tolueno o mezclas de xilenos<sup>1</sup>. Una propuesta que se ha hecho para desarrollar un proceso amigable con el ambiente es el uso de solventes verdes, como el limoneno. Cuando se disuelve el PE en el limoneno se logra reducir su volumen hasta 100 veces. El PE puede recuperarse mediante precipitación, añadiendo alcoholes como el metanol o el isopropanol, de acuerdo con lo reportado en la literatura<sup>3</sup>. En este trabajo se propone el modelado de un proceso de separación para la recuperación del PE diluido en limoneno a gran escala, mediante la adición de etanol o 1-butanol puro, ya que pueden ser obtenidas por medio de fermentación y destilación<sup>3</sup>. Para el modelado de los balances de materia del proceso, se supuso un tanque agitado continuo en estado estacionario, alimentado con 100 kg/h de una mezcla de PE en limoneno al 52% w/w y una corriente de alimentación fresca de alcohol (etanol o 1-butanol); se consideró que se alcanza el equilibrio de solubilidad en el mezclador; como efluentes se tienen el refinado, que es PEE puro precipitado, y el extracto, que es una mezcla de limoneno + alcohol + PE. El modelo se resolvió usando una hoja de cálculo, determinando la cantidad de alcohol necesaria para lograr una recuperación del 99% del PE. Con la finalidad de determinar la conveniencia de utilizar etanol o 1-butanol, se comparó la cantidad de alcohol requerida. Se encontró que se requieren 15 kg/h de etanol y 26 kg/h de 1-butanol por cada 100 kg/h de mezcla PE + limoneno, para alcanzar un 99% de recuperación de PE. El etanol parece ser una excelente opción para llevar a cabo este proceso, considerando que se requiere un 70% más de 1-butanol, que tiene un costo más elevado<sup>4</sup> y cuyo proceso de obtención por medios biológicos está aún en desarrollo.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Mohammed El Amine, Z., Lahcene, T., Brahim, B.O.U.R.A.S. and Kouider, M., “Methods of Recycling Expanded Polystyrene Waste: Synthesis and Characterization”, *Physical Chemistry Research*, Vol. 11, No. 4, p. 943-951, 2023.
2. Gil-Jasso, N.D., Segura-González, M.A., Soriano-Giles, G., Neri-Hipolito, J., López, N., Mas-Hernández, E., Barrera-Díaz, C.E., Varela-Guerrero, V. and Ballesteros-Rivas, M.F., “Dissolution and recovery of waste expanded polystyrene using alternative essential oils”, *Fuel*, Vol. 239, p. 611-616, 2019.
3. Chen, H., Cai, D., Chen, C., Wang, J., Qin, P., & Tan, T. “Novel distillation process for effective and stable separation of high-concentration acetone–butanol–ethanol mixture from fermentation–pervaporation integration process”, *Biotechnology for biofuels*, Vol. 11, No. 1, p. 1-13, 2018.
4. Şahin, Z., Aksu, O. N., & Bayram, C. “The effects of n-butanol/gasoline blends and 2.5% n-butanol/gasoline blend with 9% water injection into the intake air on the SIE engine performance and exhaust emissions”, *Fuel*, Vol. 303, p. 121210, 2021.

**Agradecimientos:** Este proyecto fue apoyado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco CCYTET y por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

## DISEÑO DE UN INTERCAMBIADOR DE SERPENTÍN PARA EL ENFRIAMIENTO DE ACETONA

Área: *Procesos*

Aldrich Macedo de la Barrera<sup>a</sup>; Katherine Karina Corona Reyes<sup>a</sup>; Alfredo V. Reyes Acosta<sup>b</sup>; Lorena Farias Cepeda<sup>a</sup>; Anilú Rubio Ríos<sup>a</sup>; Adolfo Romero Galarza<sup>a</sup>; Yadira Karina Reyes Acosta<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>b</sup>Facultad de Sistemas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

[ykreyes@uadec.edu.mx](mailto:ykreyes@uadec.edu.mx)

*Palabras clave: intercambiador de serpentín, acetona, enfriamiento, transferencia de calor.*

### Resumen

La acetona cuenta con diversas aplicaciones tal como disolvente químico, iniciador, solvente para pinturas y recubrimientos, material para síntesis orgánica y elaboración de sustancias como plásticos, resinas, fibras, productos farmacéuticos, fragancias y sabores, entre otros. Mediante la deshidratación de alcohol isopropílico se produce la acetona, es en el proceso de la liberación del agua y la formación de enlaces de acetona cuando la reacción es exotérmica, esta liberación de calor puede afectar las condiciones de operación, como la temperatura y el control de la reacción, además es necesario considerar el calor generado. Este proceso se lleva a cabo mediante un intercambiador de calor. Por tal motivo el objetivo del proyecto es identificar el material del serpentín, así como el diseño de la aleta, esto para evitar la corrosión e incrementar la superficie de contacto respectivamente. Se estudiaron dos materiales para el serpentín cobre y acero inoxidable, al igual dos tipos de aletas una aguja y radiales. Se caracterizó la acetona mediante FTIR, TGA, así como la corrosión y la formación de depósitos en el serpentín. Respecto al tipo de aleta el tipo aguja aumenta la superficie de transferencia de calor y mejora la eficiencia de enfriamiento, respecto a la corrosión no se presentó en ninguno de los materiales, sin embargo, en los dos materiales se depositaron impurezas en la superficie del serpentín a medida que este se enfría. Estos depósitos pueden reducir la eficiencia de la transferencia de calor y un aumento en la presión del sistema, estas impurezas estuvieron presentes en los análisis de FTIR.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Cooper, G. J., & Younger, M. S. (2007). "An evaluation of fin-and-tube heat exchanger design methods for HVAC&R applications". *International Journal of Refrigeration*, 30(4), 640-652.
2. Orlandini, R., & Rinaldini, C. A. (2015). "Compact heat exchangers: A review and future applications for a new generation of high temperature solar receivers". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 530-549.
3. Ghosal, M. K., Dhir, V. K., & Chatterjee, D. (2013). "A review on heat exchanger design methods for HVAC&R applications". *Applied Thermal Engineering*, 51(1-2), 1411-1424.



## ANÁLISIS DEL PROCESO ACID GAS TO SYNGAS (AG2S<sup>TM</sup>) EMPLEANDO DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD)

Área: Procesos

Luis Antonio de Jesús Martínez Alcázar<sup>a\*</sup>, Victor M. Rivera<sup>a</sup> y Miguel A. Morales Cabrera<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz, C. P. 91000, México.

[zs180139127@estudiantes.uv.mx](mailto:zs180139127@estudiantes.uv.mx)

Palabras clave: Syngas, gases ácidos, CFD, simulación, modelado.

### Resumen

En el presente trabajo se llevó a cabo el modelado y simulación de un proceso de obtención de gas de síntesis (*syngas*) a partir de gases ácidos residuales (H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>), provenientes de un proceso de endulzamiento de gas natural, combinados con una corriente de oxígeno. Para analizar este sistema de flujo turbulento reactivo, no isotérmico, se empleó la metodología de dinámica de fluidos computacional (CFD). Se consideró un reactor tubular con entradas independientes tanto de los gases ácidos como del oxígeno. Se propuso un mecanismo de reacción compuesto por dos reacciones, la primera para la producción de *syngas* y azufre a partir de gases ácidos, y la segunda de oxidación de H<sub>2</sub>S. Los resultados obtenidos con CFD se compararon con resultados de un caso de estudio reportado en la literatura y con resultados de una simulación realizada en Aspen Hysys. Se realizó un análisis de sensibilidad, variando el flujo másico de oxígeno alimentado al proceso, la relación de flujos másicos de los gases ácidos y su temperatura de alimentación. Se encontró alta concordancia entre las predicciones de producción de *syngas* y azufre, en todos los casos. El análisis con CFD permitió también evidenciar que la turbulencia juega un papel determinante en el proceso de flujo reactivo al favorecer la interacción de las especies. De igual manera, fue posible determinar el comportamiento espacial de la temperatura, el consumo y producción de las especies dentro del reactor. Se encontró que la producción de gas de síntesis está fuertemente influenciada por la temperatura alcanzada dentro del reactor y la cantidad de oxígeno que se alimenta al proceso. Una temperatura de alimentación de 973 K y una alimentación de oxígeno del 20% del volumen de la mezcla gases ácidos permitió obtener la mayor cantidad de gas de síntesis.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Manenti, F., Pierucci, S., y Molinari, L. "Syngas production by CO<sub>2</sub> reduction process" U.S. Patent No. 9,630,839 Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2015
2. Bassani, A., Previtali, D., Pirola, C., Bozzano, G., Colombo, S., y Manenti, F., "Mitigating carbon dioxide impact of industrial steam methane reformers by acid gas to syngas technology: Technical and environmental feasibility" *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, Vol. 8, No. 1, p. 71-87, 2020.
3. Barbieri, M., y Manenti, F., "Apparatus and process for energy self-sustainable and high-yield conversion of acid gases (H<sub>2</sub>S and CO<sub>2</sub>) into syngas", *Invention Disclosure*, Vol. 1, p. 100001, 2021.

## INTEGRACIÓN DE UN MÓDULO DE CONTACTOR DE MEMBRANA PARA EL ENDULZAMIENTO DE GAS NATURAL MEDIANTE ASPEN PLUS

*Área: Procesos*

Jorge Arturo Romero-Bustamante<sup>a</sup>, Eliseo Hernández-Martínez<sup>b</sup>, Miguel Ángel Gutiérrez-Limón<sup>a</sup>,  
Jazael Gpe. Moguel-Castañeda<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, México, D.F.

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa Veracruz, México.

[jorgeromero71807@gmail.com](mailto:jorgeromero71807@gmail.com)

*Palabras clave: contactor de membrana, absorción, endulzamiento de gas, Aspen Plus.*

### Resumen

El gas natural es un combustible de gran utilidad industrial, donde su aprovechamiento depende de la adecuada purificación de compuestos como el CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S, pues disminuyen su calidad y favorecen efectos corrosivos [1]. Esta operación es realizada en columnas de absorción, proceso de mayor aceptación industrial pero su principal desventaja es su alto requerimiento energético [2]. Para hacer frente a esta problemática, se ha propuesto la integración de un contactor de membrana al proceso de absorción gracias a sus múltiples ventajas, principalmente a que su configuración aumenta el área de contacto y presenta buena eficiencia energética [3]. A pesar de sus beneficios, aún existen limitaciones para su posible implementación a nivel industrial. Una estrategia para su estudio es mediante el modelado y la simulación de la planta que integre este proceso de separación, sin embargo, los simuladores comerciales como Aspen no disponen de librerías enfocadas en procesos biológicos o híbridos [4]. En ese sentido, en este trabajo se presenta una propuesta para una integración de una planta de tratamiento de gas natural considerando como su equipo de separación de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S un contactor de membrana optimizado y controlado. La simulación de la planta se realizó en Aspen Plus acoplado a subrutinas programadas en Matlab para el análisis, optimización y control del proceso del contactor. Cabe señalar que el controlador implementado en el proceso es un esquema robusto no lineal con estimación de incertidumbres. Se compara una simulación considerando un equipo de absorción convencional frente a la simulación acoplada al contactor. Los resultados muestran que la estrategia se desarrolló de forma adecuada permitiendo integrar el proceso con la planta satisfactoriamente. De acuerdo con los resultados de la simulación acoplada, es posible mejorar el desempeño de la planta global sustituyendo la operación convencional de absorción. Se realizó un análisis de sensibilidad de las operaciones unitarias que componen la planta para determinar las condiciones que pueden maximizar el rendimiento del proceso de endulzamiento de gas. Así mismo, se encuentra una mejoría en el desempeño energético de la planta acoplada al proceso con membranas.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Faramawy, S., Tamer Zaki, and AA-E. Sakr. "Natural gas origin, composition, and processing: A review", *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Vol. 34, p.34-54, 2016.
2. Zhang R, Zhang X, Yang Q, Yu H, Liang Z and Luo X, "Analysis of the reduction of energy cost by using MEA-MDEA-PZ solvent for post-combustion carbon dioxide capture (PCC)", *Applied Energy*, 205, 1002-1011, 2017.
3. Xu J, Wang Z, Qiao Z, Wu H, Dong S, Zhao S and Wang, J, "Post-combustion CO<sub>2</sub> capture with membrane process: Practical membrane performance and appropriate pressure", *Journal of Membrane Science*, 581, 195-213, 2019.
4. Darkwah K., Nokes S, Seay J, and Knutson, B, "Mechanistic simulation of batch acetone-butanol-ethanol (ABE) fermentation with in situ gas stripping using Aspen Plus", *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 41(9), 1283-1294, 2018.

## OBTENCIÓN DE PROPILENO GRADO POLÍMERO MEDIANTE DESTILACIÓN EXTRACTIVA UTILIZANDO ACETONITRILLO + ADITIVOS ORGÁNICOS COMO SOLVENTES

*Área: Procesos*

Jesús Alonso Cruz Valdez<sup>a\*</sup>, Adriana Avilés Martínez<sup>b</sup>, Elías Pérez<sup>c</sup>, Rosalba Patiño-Herrera<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación y Estudios de Posgrado (CIEP), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr Manuel Nava #6 – Zona Universitaria, San Luis Potosí, S.L.P., 78210, México.

<sup>b</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Calle de Santiago Tapia #403, Morelia, Michoacán, 58000, México.

<sup>c</sup>Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón #64, San Luis Potosí, S.L.P., 78000, México.

<sup>d</sup>Departamento de Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico, Celaya, Guanajuato, 38010, México.

[jesusalonsocruzvaldez@gmail.com](mailto:jesusalonsocruzvaldez@gmail.com)

*Palabras clave: destilación extractiva, acetonitrilo, propileno, emisiones de CO<sub>2</sub>, ahorro económico.*

### Resumen

En los últimos años, el propileno ha ganado importancia a nivel mundial, ubicándose como el segundo producto petroquímico más importante, solo por detrás del etileno; ambos, principalmente utilizados en la industria polimérica [1]. Dependiendo del uso del propileno, este tiene diferentes clasificaciones; en este caso, el propileno grado polímero requiere una pureza  $\geq 99.5$  mol%. Liao et al. [1] y Cruz Valdez et al. [2] simularon los procesos de destilación extractiva de la mezcla propano-propileno utilizando acetonitrilo acuoso (90 wt% ACN+10 wt% agua) y n-metil-2-pirrolidona acuoso (90 wt% NMP+10wt% agua), respectivamente. En el primero de los casos, se obtiene propileno con una concentración del 99.3 mol%; en el segundo, 99.55 mol%. En este trabajo se explora el uso de 90 wt% ACN+10 wt% etilendiamina (EDA), metiletilketona (MEK) o etanol (etOH) y 100 wt% ACN como solventes. Las simulaciones fueron realizadas en Aspen Plus V9® utilizando el modelo termodinámico UNIFAC y columnas tipo RADFRAC. El uso de 100 wt% ACN y 90 wt% ACN+10 wt% aditivos orgánicos (EDA, MEK y etOH) permite obtener propileno con purezas del 99.73, 99.70, 99.70 y 99.67 mol%; respectivamente. El uso de NMP acuoso requiere de un consumo energético de 21.50 MW [2]; sin embargo, el uso de 90 wt% ACN+10 wt% EDA y 100 wt% ACN, presenta ahorros energéticos del 6.80 y 5.91 %; respectivamente. El decrecimiento del consumo energético trae consigo una disminución en el costo total anual (TAC) y en las emisiones de CO<sub>2</sub> atmosférico. El uso de 100 wt% ACN y 90 wt% ACN+10 wt% EDA como solventes trae consigo ahorros económicos del 10.33 y 8.09 %, así como del 8.53 y 5.95 % en emisiones de CO<sub>2</sub>; esto en comparación con el uso de NMP acuoso como solvente [2]. El uso de ACN acuoso tiende a hidrolizar, lo que trae consigo problemas de corrosión; así mismo, el ACN es un solvente económico en comparación con el NMP. Debido a esto, EDA, MEK y etOH surgen como alternativa de aditivos orgánicos en presencia de ACN [3].

### Referencias

1. B. Liao, Z. Lei, Z. Xu, R. Zhou, Z. Duan. “New Process for Separating Propylene and Propane by Extractive Distillation with Aqueous Acetonitrile”, Chemical Engineering Journal, Vol. 84, No. 3, p. 581-586, 2001.
2. J. A. Cruz Valdez, A. Avilés Martínez, J. Vallejo Montesinos, E. Pérez, R. Patiño Herrera. “Maximizing Propylene Separation from Propane by Extractive Distillation with Aqueous N-Methyl-2-Pyrrolidone as Separating Agent”, Chemical Engineering & Technology, Vol. 44, No. 9, p. 1726-1736, 2021.
3. J. A. Cruz Valdez, R. Patiño Herrera, G. González Alatorre, J. F. Louvier Hernández, A. Avilés Martínez, E. Pérez. “Decrease in CO<sub>2</sub> Emissions in Obtaining Polymer-Grade Propylene by Extractive Distillation”, Chemical Engineering & Technology, Vol. 45, No. 9, p. 1571-1580, 2022.

## MECANISMOS Y CINÉTICAS, REDOX VS ASOCIATIVAS PARA LA REACCIÓN WGS A BAJA TEMPERATURA

Área: *Procesos*

Rubén Iván Noé Cruz, Atenea Josefina Chong Santiago, Daniel Hernández López, Tomas Viveros García  
Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa, Av. San  
Rafael Atlixco 186, Leyes de reforma 1ra Secc., Iztapalapa, Ciudad de México, C.P. 09340.

Palabras clave: *WGS, mecanismos, cinética, redox, asociativo.*

### Resumen

La reacción de desplazamiento de gas de agua o WGS por sus siglas en inglés (Water-Gas Shift) es una reacción química reversible, ligeramente exotérmica cuya estequiometría es  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$ . Industrialmente la WGS se utiliza como parte de procesos para la producción de hidrógeno como en el SMR (Steam Methane Reforming), en donde la WGS se lleva a cabo en dos etapas adiabáticas, la primera a alta temperatura para aprovechar la cinética de la reacción y la segunda a baja temperatura en la que se favorece la termodinámica<sup>[1]</sup>. Durante las últimas décadas se han desarrollado catalizadores enfocados en mejorar la actividad de la reacción a baja temperatura (200 a 300 °C aproximadamente), unos de los materiales más activos en este rango de temperaturas son los catalizadores de Pt soportado en  $\text{CeO}_2$ . En la literatura es posible encontrar diferentes mecanismos que describen el proceder de la reacción en la superficie del catalizador antes mencionado, tradicionalmente estos mecanismos se dividen en dos tipos, los redox y los asociativos, de forma general los redox cambian el estado de oxidación de la superficie catalítica, mientras que en los asociativos los reactivos se adsorben y generan intermediarios como formiatos ( $\text{HCOO}$ ) o carboxilos ( $\text{COOH}$ ) los cuales se descomponen para formar  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}_2$ . En el presente trabajo se realiza un análisis comparativo entre un mecanismo redox y dos asociativos (uno tipo carboxilo y otro tipo formiato). En el mecanismo redox, el CO se adsorbe en el Pt, reduciendo el  $\text{Ce}^{4+}$  a  $\text{Ce}^{3+}$  creando una vacante de oxígeno en la interfaz, el agua se activa colocando oxígeno en la vacante y liberando  $\text{H}_2$ <sup>[2]</sup>, mientras que el CO reacciona con el oxígeno del soporte en la interfaz, por su parte, en los mecanismos asociativos, en ambos se adsorbe el CO en el Pt y el agua se activa en el soporte generando grupos OH, el CO reacciona con estos grupos, para generar un formiato<sup>[3]</sup> o un carboxilo<sup>[4]</sup>, los cuales se disocian para formar  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$ . De estos mecanismos se han derivado modelos cinéticos que se ajustarán a datos experimentales para un análisis comparativo.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Moe, J.M., “Design of Water-Gas Shift Reactors”, *Chem. Eng. Prog.*, 1962.
2. Vignatti, Ch., Avila, M.S., Apesteguía, C.R., Garetto, T.F., “Catalytic and DRIFTS study of the WGS reaction on Pt-based catalysts”, *Int. J. Hydrog. Energy* 35, 7302–7312, 2010.
3. Kalamaras, C.M., Americanou, S., Efstathiou, A.M., “Redox vs associative formate with –OH group regeneration WGS reaction mechanism on Pt/CeO<sub>2</sub>: Effect of platinum particle size”, *J.Catal.* 279, 287–300, 2011.
4. Germani, G., Schuurman, Y., “Water-gas shift reaction kinetics over  $\mu$ -structured Pt/CeO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts”. *AIChE J.* 52, 1806–1813, 2006.

## SINTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN CATALIZADOR DE Pt/ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> APLICADO A LA REACCION WGS

*Área: Procesos*

Atenea Josefina Chong Santiago<sup>a,b</sup>, Rubén Iván Noé Cruz<sup>b</sup>, Tomas Viveros García<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, Batallón 5 de Mayo s/n esq. Pról., Plutarco Elías Calles.

<sup>b</sup> Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de reforma 1ra Secc., Iztapalapa, Ciudad de México, C.P. 09340.

*Palabras clave: catalizador, WGS, sol-gel, Pt/ZrO<sub>2</sub>CeO<sub>2</sub>.*

### Resumen

La reacción W.G.S. implica una reacción entre CO y agua sobre un catalizador adecuado para enriquecer la mezcla gaseosa con H<sub>2</sub>, dicha reacción es moderadamente exotérmica y su constante de equilibrio disminuye al aumentar la temperatura y la cual se favorece termodinámicamente a temperaturas más bajas y, cinéticamente, a temperaturas elevadas, pero no se ve afectada por cambios en la presión.<sup>[1]</sup> Relacionado con lo anterior, la Ceria tiene una tendencia a estabilizar el carbonato en su superficie y esto podría inhibirse agregando otro metal que no estabilice la formación de carbonato. Uno de estos metales favorables es el Zirconio y su adición da como resultado una movilidad de superficie mucho más alta y proporciona más sitios de transferencia de Oxígeno que permiten que el efecto reductor se transmita a las moléculas más profundas en el material.<sup>[2]</sup> El Zirconio facilita la unión de menor energía entre las moléculas de Oxígeno en comparación con la Ceria pura. Wheeler et al., investigaron el posible uso de metales nobles y otros metales con Ceria en el rango de temperatura de 300-1000°C y reportaron la actividad de los metales en el siguiente orden: Ni> Ru> Rh> Pt> Pd. Es evidente que el presente escenario de investigación está dominado por catalizadores basados en Ceria con la reacción W.G.S.<sup>[3]</sup> Con este proyecto se pretende obtener soportes de catalizadores aplicando el método de síntesis Sol-Gel, el cual permitirá modificar algunas variables como pH, y tiempos de gelificación para obtener una mayor área superficial en los materiales. Este proceso presenta las etapas características de Hidrolisis y Condensación para posteriormente llegar al envejecido del material hasta la eliminación de los disolventes (etanol y agua), hasta pasar a la etapa del secado; y posteriormente incorporar el componente activo del catalizador con el metal de Pt.<sup>[4]</sup> Se llevará a cabo un estudio de Difracción de rayos X (XRD) con el propósito de determinar la cristalinidad del catalizador de Pt/ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub>, así como también un estudio de fisisorción de N<sub>2</sub>, llevando a cabo un pre-tratamiento a las muestras, con el objetivo de limpiar toda la superficie del material, ya sea quitando moléculas de agua o de solventes que pudieran estar adsorbidas en el material.

### Referencias y citas bibliográficas

1. S. Saeidi, F. Fazlollahi, S. Najari, D. Iranshahi, J. J. Klemeš, L. L. Baxter. J. Ind. Eng. Chem. 49 (2017) 1–25.
2. D.B. Pal, R. Chand, S.N. Upadhyay, P.K. Mishra. Renew Sust Energ Rev. 93 (2018) 549–565.
3. V. Palma, D. Pisano, M. Martino. Int J Hydrog Energy. 2018, 43: 11745-11754. [11] Navarro-Jaén S., Romero-Sarria F., Centeno M.A., Laguna O.H., Odriozola J.A. Applied Catalysis B: Environmental 2019; 244: 853–862.
4. Ding K., Gulec A., Johnson A. M., Schweitzer N.M., Stucky G.D., Marks L.D., Stair P.C. Science 2019; 350: 189-192.
5. Keane M.A., Li M., Collado L., Cárdenas-Lizana F. Reac Kinet Mech Cat. 2018; 125:25–36.

## EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA EL PROCESO DE FRACCIONAMIENTO DE GAS NATURAL LICUADO UTILIZANDO LA COLUMNA KAIBEL

*Área: Procesos*

José Iván Mejía-Juárez<sup>a</sup>, Brian Manuel González-Contreras<sup>a</sup>, Elsa Hynmar Fernández-Martínez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Calzada Apizquito S/N, C.P. 90300, Apizaco, Tlaxcala, México.

[elsahynmar.fernandez@uatx.mx](mailto:elsahynmar.fernandez@uatx.mx)

*Palabras clave: Kaibel, fraccionamiento del gas natural licuado, ahorros energéticos, costo total anual, simulación.*

### Resumen

La separación de Gas Natural Licuado (GNL) mediante secuencias de destilación convencionales requiere una gran demanda energética dentro de las plantas de procesamiento de hidrocarburos, reflejándose en la rentabilidad de esta; asimismo, por cada barril de GNL se consumen 77 GJ de energía lo que equivale a 4.64 toneladas de CO<sub>2</sub> (Tamuzi y col., 2020). El propano, *i*-butano y *n*-butano forman parte de la cadena de suministro de productos petroquímicos, siendo el fraccionamiento del GNL relevante en la economía a nivel mundial. Como parte de la intensificación de procesos aplicada a la destilación se han propuesto tecnologías innovadoras para mejorar los procesos de destilación multicomponente, lo que ha abierto la posibilidad de implementar métodos de fraccionamiento más eficientes y sustentables. En este trabajo se llevaron a cabo simulaciones en estado estacionario en UniSim Design para separar propano, *i*-butano, *n*-butano y C<sub>5+</sub> utilizando la columna Kaibel, la cual es un sistema de destilación térmicamente acoplado, donde se separan 4 componentes en una sola columna dividida por una pared. Este arreglo de destilación muestra ahorros energéticos del 30% y del 50% en costos tanto de inversión como de operación (Qian y col., 2020). Con la información obtenida de las simulaciones se calculó el costo anual total (CAT) a través del tiempo, asimismo se analizó el impacto de los costos de capital contra los costos operativos y, en consecuencia, los equipos y servicios auxiliares que más energía consumen y los más costosos. En Long 2012 se llevó a cabo una comparación de la separación de GNL del esquema convencional contra configuraciones térmicamente acopladas sin y con integración de calor, donde la doble DWC es la configuración que muestra el más alto ahorro energético, en ese trabajo se descartó a la columna Kaibel, debido a que en trabajos previos se mencionó que la columna Agrawal ahorra más energía. Por tal motivo se consideró a la columna Kaibel en este trabajo para hacer el análisis. Se seleccionaron 2 presiones de operación en el condensador una a 13.4 bar y otra a 17.5 bar con base a la información proporcionada en Long y Lee. (2012).

### Referencias y citas bibliográficas

1. Tamuzi, A.; Kasiri, N.; Khalili-Garakani, A., "Design and optimization of distillation column sequencing for NGL fractionation processes", *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 103180, p. 1-28, 2020.
2. Qian, X.; Liu, R.; Huang, K.; Chen, H.; Yuan, Y.; Zhang, L.; Wang, S., "Controlability comparison of the four-product Petlyuk Dividing Wall Distillation Column using temperature control schemes", *Processes*, Vol. 8, Num. 116, p. 1-13, 2020.
3. Long, N. V. D.; Lee, M., "Improvement of natural gas liquid recovery energy efficiency through thermally coupled distillation arrangements", *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, Vol. 7, p. 1-7, 2012.

## ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN PARA UNA MEZCLA AZEOTRÓPICA

*Área: Procesos*

Moisés Lobatón-Montiel, Elsa Hynmar Fernández-Martínez, Brian Manuel González-Contreras  
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Calzada Apizaquito S/N, C.P.  
90300, Apizaco, Tlaxcala, México.  
[brianmanuel.gonzalez@uatx.mx](mailto:brianmanuel.gonzalez@uatx.mx)

*Palabras clave: etanol-agua, azeótropo, simulación dinámica, control, análisis de sensibilidad.*

### Resumen

La destilación es la operación unitaria de separación más utilizada en la industria química y petroquímica a nivel mundial, pero muestra algunas desventajas como su alto consumo energético y baja eficiencia termodinámica, lo que se refleja en incrementos de costos de operación. En general, las columnas de destilación presentan diversos problemas en el rendimiento de los sistemas de control (Kiss y Suszwalak, 2012) y las mezclas azeotrópicas complican aún más dicho control (Uddin y col., 2018). Un sistema mal condicionado es un problema de control (orientado a identificación y rendimiento) ocasionado por la incertidumbre en las condiciones de operación del proceso, así como del modelo (Skogestad y col., 1988). De manera similar, la direccionalidad es una característica importante en las columnas de destilación y es inherente o inducida por perturbaciones en el sistema, manifestándose de forma significativa en la zona azeotrópica. En especial, la mezcla Etanol/Agua muestra un azeótropo de temperatura de ebullición mínimo con una composición de 89% molar y una temperatura de 78.1°C. La importancia de purificar el etanol antes de la composición azeotrópica radica en el hecho de que, para deshidratar etanol, previamente se requiere una columna de destilación pre-concentradora (Kiss y Suszwalak, 2012). El comportamiento dinámico de una columna de destilación para mezclas azeotrópicas binarias como Etanol/Agua representa un problema interesante de control, debido a la termodinámica del sistema y a la no linealidad multivariable del modelo de destilación, donde las variables presentan interacciones significativas y están sujetas a perturbaciones, entre otros inconvenientes como direccionalidad y mal condicionamiento. En este trabajo se llevó a cabo un análisis de sensibilidad basado en las simulaciones en estado estable del sistema Etanol/Agua con impacto en el consumo energético de la separación al purificar el etanol cerca de la composición azeotrópica. Asimismo, se llevó a cabo la simulación dinámica del mismo sistema aplicando control en el flujo de alimentación, presión en el condensador y nivel en el tanque del hervidor con controladores PID para puntos de operación específicos, con la finalidad de observar el impacto de las variables más sensibles en el control del sistema y al mismo tiempo verificar el consumo energético de la separación en estado dinámico y así poder reducir las cargas térmicas en el condensador y rehervidor conociendo el sistema de separación.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Uddin, F.; Tufa, L. D.; Maulud, A. S.; Taqvi, S. A., "System Behavior and Predictive Controller Performance near Azeotropic Region", *Chemical Engineering & Technology*, Vol. 41, No. 4, p. 806-818, 2018.
2. Skogestad, S.; Morari, M.; Doyle, J. C., "Robust Control Ill-Conditioned Plants: High Purity Distillation", *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 33, No.33, p. 1092-1105, 1988.
3. Kiss, A. A., & Suszwalak, D. J.- P. C. "Enhanced bioethanol dehydration by extractive and azeotropic distillation in dividing-wall columns". *Separation and Purification Technology*, Vol. 86, No. 4, p. 70–78. 2012.

## ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EN EL CONTROL DE UNA COLUMNA DE PARED DIVISORIA EXTRACTIVA PARA ETANOL DESHIDRATADO

*Área: Procesos*

Lizeth Sarai Ávila-Loaiza<sup>a</sup>, Ángel Castro-Agüero<sup>a</sup>, Elsa Hynmar Fernández-Martínez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Calzada Apizaquito S/N, C.P. 90300, Apizaco, Tlaxcala, México.

[elsahynmar.fernandez@uatx.mx](mailto:elsahynmar.fernandez@uatx.mx)

*Palabras clave: etanol deshidratado, simulación dinámica, control, columna de pared divisoria extractiva.*

### Resumen

Los consumos energéticos en la separación de componentes de los procesos industriales generan altas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Singh y Rangaiyah, 2017), por tal motivo se requieren alternativas de solución en las diferentes vertientes de la Ingeniería Química. La principal aplicación del etanol deshidratado (99.5% en peso) es como carburante, éste reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y mejora la calidad el octanaje en mezclas con gasolina, características que lo hacen una excelente opción como combustible. Por otro lado, las columnas de destilación térmicamente acopladas como la columna de pared divisoria (DWC) muestran ahorros energéticos del 30% y del 40% en costos de inversión y costos de capital aproximadamente; este tipo de sistemas ya se han implementado en procesos industriales, principalmente en la purificación de compuestos químicos de la empresa BASF. Las DWC han sido estudiadas ampliamente desde el punto de vista de diseño, síntesis, optimización, control y su aplicación a destilación extractiva y reactiva. La mezcla Etanol/agua presenta un azeótropo de temperatura de ebullición mínima con una composición del 89% molar y 78.1°C de temperatura. El azeótropo se rompe al añadir un tercer componente que puede ser un solvente, una sal o un líquido iónico y así purificar el etanol, a este tipo de destilación se le denomina destilación extractiva. En este trabajo se llevó a cabo la simulación dinámica de una columna de pared divisoria superior extractiva (ETDWC) (Kiss y Suszwalak, 2012; Tututi y col., 2014) para deshidratar etanol utilizando como agente másico de separación (acarreador) al etilenglicol en UniSim Design y se empleó el modelo termodinámico UNIQUAC para predecir el equilibrio líquido-vapor de la mezcla. Asimismo, se llevaron a cabo perturbaciones en la composición (80% mol y 84% mol) y flujo de la alimentación (+20%) al sistema para analizar su impacto en reflujos, purezas de productos y temperatura de algunos platos tanto de la columna extractiva como recuperadora, y en algunos casos hay que realizar un análisis de estabilidad más profundo. El sistema de control en el tanque de condensados consiste en un bypass para el vapor del domo de la columna, el cual se emplea comúnmente a nivel industrial, además impacta en la distribución de los flujos de líquido y vapor a través de la pared de la columna DWC.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Singh, A.; Rangaiyah, G. P., "Review of Technological Advances in Bioethanol Recovery and Dehydration", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 56, p. 5147-5163, 2017.
2. Kiss, A.A.; Suszwalak, D. J. P. C., "Enhanced bioethanol dehydration by extractive and azeotropic distillation in dividing-wall column", *Separation and Purification Technology*, Vol. 86, p. 70-78, 2012.
3. Tututi-Avila, S.; Jiménez-Gutiérrez, A.; Hahn, J., "Control analysis of an extractive dividing-wall column used for ethanol dehydration", *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, Vol. 82, p. 88-100, 2014.

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MEZCLADO PARA EL ESCALAMIENTO DE LA CARBONIZACIÓN HIDROTÉRMICA

Área: Procesos

Maximiliano Alba Ruiz<sup>a</sup>, Rosa Elena Delgado Portales<sup>a</sup>, Alejandro de la Cruz Martínez<sup>a</sup>, Alan Daniel Villalobos Lara<sup>b</sup>, Mario Moscosa Santillán<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

<sup>b</sup>Universidad Tecnológica de León, León, Guanajuato, México.

[alejandro.deacruz@uaslp.mx](mailto:alejandro.deacruz@uaslp.mx)

Palabras clave: dinámica de fluidos computacional, escalamiento, tanque agitado, carbonización hidrotérmica.

### Resumen

La carbonización hidrotérmica es un proceso termoquímico para la producción de hidrocarbón a partir de biomasa. Este proceso se realiza en reactores bifásicos sólido-líquido, por lo que la calidad del mezclado es fundamental para su correcto funcionamiento. Este trabajo propone el uso de técnicas de DFC (*Dinámica de Fluidos Computacional*) para asegurar la calidad de mezclado durante el escalamiento de un reactor agitado. Se empleó un factor de escalamiento 1:25, tomando como referencia los resultados obtenidos en un reactor a escala laboratorio de 200 ml. Se empleó el criterio de similaridad dinámica, manteniendo la potencia por unidad de volumen constante. Se analizó el efecto de la velocidad de agitación (300 – 475rpm), el tamaño del agitador ( $d_{\text{tanque}/6} - d_{\text{tanque}/4}$ ) y la posición del agitador dentro del reactor ( $h_{\text{tanque}/6} - h_{\text{tanque}/2}$ ). Como etapa preliminar se consideró un sistema homogéneo con propiedades similares a los de la suspensión y se implementó un diseño central compuesto, a fin de obtener un modelo predictivo de las variables de respuesta consideradas: tiempo de mezclado y dispersión de velocidad. Para evaluar el tiempo de mezclado, se consideró la inyección de un trazador en las simulaciones, a fin de observar su distribución en función del tiempo. Con los resultados obtenidos a partir de las simulaciones se determinó que la configuración que proporciona la mayor homogeneidad del sistema escalado corresponde a una velocidad de agitación de 475 rpm, diámetro del agitador equivalente a  $d_{\text{tanque}/6}$  y una posición del agitador de  $h_{\text{tanque}/6}$ . Con esta configuración se tuvo un tiempo de mezclado de 18.6 s y una dispersión de velocidad del 85.46 %. Esta configuración se empleó posteriormente en la simulación del sistema bifásico. Los resultados de la simulación del sistema bifásico evidencian el efecto de escalamiento, ya que se obtuvieron tiempos de mezclado a escala laboratorio de 5 s, mientras que para la escala semi-piloto (5 l) se estimó en 3 min. Estos resultados servirán de base para estudiar el efecto de la heterogeneidad del sistema sobre el desarrollo del proceso de carbonización, durante el escalamiento de este.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Fitschen J., Hofmann S., Wutz J., Kameke A., Hoffmann M., Wucherpfennig T., Schlüter M. “Novel evaluation method to determine the local mixing time distribution in stirred tank reactors” *Chemical Engineering Science: X*, Vol. 10, p. 100098:1-9, 2021.
2. Karuana F., Ghazidin H., Suyatno, Wimada, A. R., Helios, M. P., Sutriyanto, H., Solikhah M. D. “Homogeneity analysis of B30 mixing results with additives in mixing tanks using computational fluid dynamics (CFD)”, *Materials Today: Proceedings*, in press, 2023.
3. Sangaré D., Bostyn, S., Moscosa-Santillán, M., Gökalp, I. “Hydrodynamics, heat transfer and kinetics reaction of CFD modeling of a batch stirred reactor under hydrothermal carbonization conditions”, *Energy*, Vol. 219, p. 119635, 2021.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen el apoyo técnico de la I.A. Alejandra Loredo Becerra.

## EFFECTO DE LA FORMA DE LA BRIDA FRONTAL EN LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA MEZCLA EN TANQUES AGITADOS

Área: Procesos

Victor X. Mendoza-Escamilla<sup>a</sup>, Helvio Mollinedo<sup>b</sup>, J. Antonio Yañez-Varela<sup>c</sup>, Israel Gonzalez-Neria<sup>d</sup>, Alejandro Alonzo-García<sup>e</sup>, Marcos May-Lozano<sup>a</sup>, Cristina Iuga<sup>f</sup>, and Sergio Martínez Delgadillo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, CDMX, C.P. 02200. México.

<sup>b</sup>UPIITA, Instituto Politécnico Nacional. Av. IPN, No. 2580, La Laguna Ticomán, CDMX, Mexico, C.P. 07340.

<sup>c</sup>Unidad de Estudios Superiores de Tultitlan, Universidad Mexiquense del Bicentenario C.P. 54910. Edo. Méx. México.

<sup>d</sup>Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl. Cto. Univ. Tecnológica s/n. C.P. 57000, Nezahualcóyotl. Edo. Méx. México.

<sup>e</sup>CONACyT-Tecnológico Nacional México de Nuevo León. Av. de la Alianza No. 507, Nuevo León, C.P. 66629, México.

<sup>f</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, Calz. Del Hueso 1100, Coyoacan, CDMX, C.P. 04960. México.

[samd@azc.uam.mx](mailto:samd@azc.uam.mx)

Palabras clave: mezclado, tanques agitados, impulsores, CFD.

### Resumen

El mezclado en tanques en la industria es de primordial importancia, donde se consume una importante cantidad de potencia [1], por lo que hay que desarrollar impulsores que reduzcan su consumo. En este trabajo se evaluó el efecto sobre el consumo de energía en el mezclado en tanques agitados de tres perfiles diferentes de brida frontal en los bordes de ataque del impulsor del tipo de turbinas de palas inclinadas (PBT); cuadrado (M1), cono (M2) y media esfera (M3). Se realizaron simulaciones mediante dinámica de fluidos computacional (CFD) para evaluar el rendimiento del PBT convencional y compararlo con los nuevos perfiles. Así mismo, se realizaron mediciones experimentales de tiempo de mezclado y de torque, con la finalidad de evaluar el efecto de las bridas en el consumo de potencia [2] Se obtuvieron, entre otros parámetros, los números de potencia y de bombeo, así como la eficiencia de bombeo ( $\eta$ ) para los diferentes perfiles [3]. Los resultados muestran que las bridas en el borde de ataque de los impulsores reducen el consumo de energía en comparación con el PBT convencional, alcanzando una reducción de hasta un 4.7%. Además, tienen un efecto en la disminución de la separación del flujo junto con el mayor aumento en el bombeo (6,4 %). El máximo incremento de la eficiencia de bombeo ( $\eta$ ) fue desde 0.32 en el PBT convencional hasta 0.425 con el modelo bridado M3. Además, el tiempo de mezclado se redujo en un 11.2 % con los modelos con brida en comparación con el PBT convencional.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Kumaresan T. and Joshi J., "Effect of impeller design on the flow pattern and mixing in stirred tanks", *Chemical Engineering Journal*, 115,173–193, 2006.
2. Mendoza-Escamilla, V. X., Rivadeneyra-Romero, G., Mollinedo Ponce de Leon, H.R., Yañez-Varela, J., Gonzalez-Neria, I., Alonzo-García, A., and Martínez-Delgadillo, S., "Effect of modified impellers with added leading edges flanges on pumping efficiency in agitated tanks", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2023, 62, 535–544, 2022.
3. Mollinedo H., Mendoza-Escamilla V., Rivadeneyra-Romero G., Gonzalez-Neria I., Yañez-Varela J., Alonzo-García A., Lugo-Hinojosa J., and Martínez-Delgadillo S., "Power Consumption and Energy Dissipation Rate Reduction in Agitated Tanks by Control Rods Attached to a Pitched Blade Impeller". *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 61, 11898-11907, 2022.

## REVALORIZACIÓN DE CORRIENTES RESIDUALES ÁCIDAS PROVENIENTES DEL PROCESOS DE ENDULZAMIENTO DE GAS NATURAL

Área: Procesos

Alejandro Solis Jácome<sup>a\*</sup>, César Ramírez Márquez<sup>a</sup>, Miguel A. Morales Cabrera<sup>b</sup>, José M. Ponce Ortega<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.  
<sup>b</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.  
[alejandrosolis94@hotmail.com](mailto:alejandrosolis94@hotmail.com)

Palabras clave: Gas natural, Syngas, Optimización, Emisiones gaseosas industriales.

### Resumen

Actualmente, debido al incremento acelerado de la población, es necesario un alto consumo energético para poder satisfacer las necesidades de la población. Dentro de los diferentes tipos de combustible se encuentra el gas natural, el cual se considera una fuente “más limpia” que otros combustibles fósiles; sin embargo, el gas natural debe de pasar a través de un proceso de endulzamiento para poder ser utilizado. En este proceso de endulzamiento se eliminan algunas de sus impurezas, en su gran mayoría compuestos de Azufre, Dióxido de Carbono y Ácido Sulhídrico [1, 2]. Dentro de los procesos que se han planteado para retirar dichos gases ácidos del gas natural se encuentra el uso de aminas como solvente químico de absorción, esta es una de las tecnologías más utilizadas en la industria para llevar a cabo el endulzamiento de gas natural debido a las ventajas que ofrece [3,4].

Sin embargo, al realizar el proceso de endulzamiento del gas natural, los gases ácidos retirados representan una problemática ambiental, pues son altamente contaminantes y causan diferentes problemas ambientales [5]. Una línea de investigación se ha centrado en la mitigación del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S a partir del aprovechamiento de los mismos para la obtención de productos de alto valor añadido como el syngas. Por lo que los procesos para la producción de syngas han sido ampliamente estudiados, buscando mejorar los procesos actuales a través de simulaciones de procesos mediante la manipulación de operaciones. Por lo tanto, en este trabajo se propone una optimización para un proceso de producción de syngas utilizando como materia prima una corriente residual proveniente de un proceso de endulzamiento de gas natural. La implementación se realizó a través de un esquema híbrido de simulación-optimización utilizando el software Aspen Hysys y herramientas de optimización metaheurísticas implementadas en Excel, considerando un esquema de optimización multiobjetivo para contemplar las interrelaciones entre los costos y el impacto ambiental. Se obtuvieron soluciones compromiso entre estos dos objetivos manipulando las condiciones de operación del proceso propuesto. Los resultados muestran que es posible obtener la revalorización de las corrientes residuales de gases ácidos de manera eficiente.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Kalisz, S., Kibort, K., Mioduska, J., Lieder, M., & Małachowska, A. (2022). Waste management in the mining industry of metals ores, coal, oil and natural gas-A review. *Journal of environmental management*, 304, 114239.
2. Liu, S. Y., Ren, B., Li, H. Y., Yang, Y. Z., Wang, Z. Q., Wang, B., ... & Agarwal, R. (2022). CO<sub>2</sub> storage with enhanced gas recovery (CSEGR): A review of experimental and numerical studies. *Petroleum Science*, 19(2), 594-607.
3. Anyanwu, J. T., Wang, Y., & Yang, R. T. (2022). CO<sub>2</sub> capture (including direct air capture) and natural gas desulfurization of amine-grafted hierarchical bimodal silica. *Chemical Engineering Journal*, 427, 131561.
4. Mukhtar, A., Saqib, S., Mellon, N. B., Babar, M., Rafiq, S., Ullah, S., ... & Chawla, M. (2020). CO<sub>2</sub> capturing, thermo-kinetic principles, synthesis and amine functionalization of covalent organic polymers for CO<sub>2</sub> separation from natural gas: A review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 77, 103203.
5. Bayer P, & Aklin M. (2020). The European Union emissions trading system reduced CO<sub>2</sub> emissions despite low prices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(16), 8804-8812.

## OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS A PARTIR DE RESIDUOS DE BAMBÚ UTILIZANDO QUÍMICA VERDE

*Área: Procesos*

Virginia Yedamy Bautista Blanco<sup>a</sup>, Zaira Domínguez<sup>b</sup>, Miguel A. Morales-Cabrera<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., México.

<sup>b</sup>Instituto de Química Aplicada, Xalapa, Ver., México.

[zs22000632@estudiantes.com.mx](mailto:zs22000632@estudiantes.com.mx)

*Palabras clave: compuestos fenólicos, disolventes eutécticos profundos, microondas.*

### Resumen

Los bambúes son pastos arborescentes altos pertenecientes a la familia *Poaceae*. En México, de acuerdo con la Comisión Nacional Forestal, se han registrado 36 especies leñosas y cuatro especies de bambú herbáceos, los cuales se utilizan como material de construcción y fabricación de utensilios domésticos (Comisión Federal, 2020). Sin embargo, se genera una gran cantidad de residuos forestales (que pueden ocasionar problemas ambientales si no son manejados apropiadamente), ricos en compuestos de interés cosmetológico y farmacéutico, los cuales no son aprovechados. Tal es el caso de las hojas de bambú, que frecuentemente se queman, sin considerar que contienen flavonoides, ácidos fenólicos y lactonas, muchos de ellos apreciados por sus propiedades medicinales y antioxidantes. Por ello, resulta indispensable investigar formas eficientes de extracción de estos metabolitos secundarios. El presente trabajo se propone optimizar la extracción de compuestos fenólicos presentes en hojas de bambú, utilizando disolventes eutécticos profundos naturales (NADES) y radiación de microondas, así como investigar la cinética y termodinámica del proceso.

### Referencias y citas bibliográficas

1. Comisión Nacional Forestal. Bambú, la planta de mil usos. 18 de septiembre de 2020. URL: <https://www.gob.mx/conafor/articulos/bambu-la-planta-de-los-mil-usos?idiom=es>
2. Chongtham, N., Bisht, M. S., & Haorongbam, S. "Nutritional properties of bamboo shoots: potential and prospects for utilization as a health food". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(3), 153-168, 2011.
3. Lin, Z., Jiao, G., Zhang, J., Celli, G. B., & Brooks, M. S. L. "Optimization of protein extraction from bamboo shoots and processing wastes using deep eutectic solvents in a biorefinery approach". *Biomass Conversion and Biorefinery*, 11, 2763-2774, 2020.
4. Shibata, M., Kubo, K., & Onoda, M. Pharmacological studies on bamboo grass. "Central depressant and antitoxic actions of a water-soluble fraction (folin) extracted from *Sasa albomarginata* Makino et Shibata. *Nihon yakurigaku zasshi*". *Folia pharmacologica Japonica*, 72(5), 531-541, 1975.
5. Stalikas, C. D. "Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids". *Journal of separation science*, 30(18), 3268-3295, 2007.

**Agradecimientos:** VYBB agradece a CONAHCyT por la beca para realizar estudios de maestría (No. 825910).

## EXPLORACIÓN DEL POTENCIAL DE UNA BIOREFINERÍA INTEGRAL PARA LA OBTENCIÓN DE AROMAS Y BICOMBUSTIBLES

*Área: Procesos*

Carolina Conde-Mejía<sup>a\*</sup>, Antioco López-Molina<sup>a</sup>, Luis Miguel Valenzuela<sup>a</sup>, José de los Santos López-Lázaro<sup>b</sup>,  
Laura Conde Báez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Carretera Estatal Libre Villahermosa-Comalcalco Km 27 s/n, Ranchería Ribera Alta, Jalpa de Méndez 86205, Tabasco, México.

<sup>b</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez Kilómetro 1, La Esmeralda, Cunduacán 86690, Tabasco, México.

<sup>c</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Av. Lázaro Cárdenas, S/N. Ciudad Universitaria 39086, Chilpancingo, Guerrero, México.

[carolina.conde@ujat.mx](mailto:carolina.conde@ujat.mx)

*Palabras clave: Aroma a plátano. Aroma a rosas, bioetanol, lactosuero, fermentación.*

### Resumen

El suero de leche, también conocido como lactosuero es el subproducto de la obtención de queso. Se estima que por cada kilogramo de queso se generan 9 l de lactosuero, del cual un elevado porcentaje es desechado sin tratamiento adecuado, convirtiéndose en un residuo de alto impacto ambiental. Sin embargo, este efluente también se caracteriza por poseer un alto contenido de lactosa que puede ser aprovechada de la producción de biocombustibles y productos de valor agregado. A nivel experimental, ha sido demostrada la obtención de productos como bioetanol, 2-feniletanol e isoamil acetato por medio de la fermentación del lactosuero (1,2). El primero puede utilizarse como biocombustible, mientras que los otros dos tienen su principal aplicación como aromas en las industrias de alimentos, cosmética y de farmacia. En este sentido, este trabajo propone la exploración del potencial de un proceso que integre la obtención de estos aromas junto con bioetanol en un esquema de biorefinerías. Para ello, se ha diseñado un diagrama conceptual de la biorefinería que se implementó en el simulador Aspen plus V.10. El proceso parte de una corriente de lactosuero que se divide para ingresar a dos procesos de fermentación en paralelo, en uno de los cuales se obtienen los productos bioetanol y 2-feniletanol, mientras que en el otro fermentador se genera bioetanol e isoamil acetato. Posteriormente, se desarrollan las secuencias de separación integradas por operaciones como la extracción líquido-líquido, la decantación y la destilación. Desde el punto de vista económico el proceso mostró un potencial positivo.

### Referencias y citas bibliográficas

1. L. Conde-Báez, J. Castro-Rosas, J. B. Páez-Lerma, J. R. Villagómez-Ibarra, y C. A. Gómez-Aldapa, "Uso de lactosuero ácido para la producción sustentable de aroma a rosas (2-feniletanol) con *Kluyveromyces marxianus*," *Revista Iberoamericana de Ciencias*, vol. 3, No.5, pp. 91-97, 2017.
2. C.A. Gómez-Aldapa, J. Castro-Rosas, A. López-Molina, C. Conde-Mejía, C. F. Pineda-Muñoz, A. Jiménez-González, S.A. Medina-Moreno, M. P. Falcón-León y L. Conde-Báez, "Conde-Báez, "Best conditions for the production of natural isopentyl acetate (Banana aroma) from cheese industry waste: An experimental" *Processes*, vol. 9, No 11, pp 1880, 2021.

**Agradecimientos:** Se agradece el apoyo del fondo otorgado al proyecto PRODECTI-2022-01/16 para la presentación de este trabajo.

