



ABSTRACTS

S7. Polímeros en energía y medio ambiente

S7. Polímeros en energía y medio ambiente

Symposium Organizers:

Judith Cardoso Martínez UAM Iztapalapa

María Guadalupe Pérez García UdeG

S7-abs003

CIRCULAR ECONOMY AND E-WASTE: SUSTAINABLE SILVER RECOVERY USING POLYMER INCLUSION MEMBRANE

Ivan Avila Raya¹, Alfonso Lemus Solorio Lemus Solorio¹, Martha Angélica Lemus Solorio², Rodrigo Gómez Monge³, Rodrigo Tavera Ochoa³

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, Mexico. ²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física, Mexico. ³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Economía "Vasco de Quiroga", Mexico.

The growing volume of electronic waste (e-waste), projected to reach 59.4 million tons globally by 2023, represents a critical sustainability challenge. Mexico is among the leading e-waste generators in Latin America, with such waste containing valuable metals like silver (Ag⁺), crucial for circular economy strategies. Conventional extraction methods, including pyrometallurgy and hydrometallurgy, are energy-intensive and generate toxic by-products, limiting their sustainability. In this study, polymer inclusion membranes (PIMs) are explored as a green alternative for the selective recovery of silver from e-waste leachates. Membranes were synthesized using cellulose triacetate as a polymer support and tris(2-ethylhexyl) phosphate as both plasticizer and carrier. Performance was evaluated in a two-compartment stirred cell at 600 rpm over a 160-minute cycle. The feed phase contained 0.2 mM silver in 5 M HCl, while the receiving phase was a saline solution. The most efficient membrane, with 59.7% carrier content, achieved 71% silver recovery in a single cycle. UV-Vis spectroscopy at 342 nm confirmed the effective transport of Ag⁺. Data Envelopment Analysis (DEA) was applied to assess the membranes' operational efficiency and environmental performance. Preliminary results suggest that optimizing PIM compositions using DEA can maximize silver recovery while minimizing environmental impact, offering a viable solution for sustainable resource recovery from electronic waste.

Keywords: DEA, Circular economy, e-Waste

Presenting author's email: 1578518j@umich.mx

S7-abs028

ADSORCIÓN DE COLORANTES PRESENTES EN AGUA MEDIANTE FIBRAS MODIFICADAS CON NANOPARTÍCULAS OBTENIDAS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA TEXTIL

José de Jesús Serralta Macías¹, Juan Carlos Tapia Picazo², Daniel Alcalá Sánchez², Alejandra Patricia Rosales Ibarra²

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Mexico. ²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes,

Departamento de ingeniería química y bioquímica, Mexico.

Los pigmentos son una clase de compuestos orgánicos sintéticos ampliamente utilizados en la industria textil, farmacéutica, manufactura pesada entre otras. Por esta razón, esta clase de compuestos de han convertido en los contaminantes más comunes en el medio ambiente y cuerpos de agua. La descarga de efluentes contaminados con pigmentos tiene un efecto negativo en el medio ambiente a pesar de tener pequeñas trazas de pigmento debido a su alta visibilidad a bajas pocas concentraciones llegando a interrumpir drásticamente los procesos de fotosíntesis de organismos acuáticos dañando los diferentes ecosistemas. Adicionalmente los pigmentos pueden ser tóxicos y bioacumulables en organismos acuáticos y el cuerpo humano causando afectaciones como dermatitis, alergias, irritación en piel, cánceres, y daños al sistema reproductivo y riñones. Por otro lado, en el contexto donde la contaminación ambiental derivada de los grande volúmenes de residuos sólidos generados durante las actividades de la industria textil, se han planeado diferentes estrategias para su reducción entre las cuales destaca el reciclaje de estos residuos para la obtención de filamentos textiles modificados con alto valor agregado

Residuos textiles recuperados de polímero acrílico fueron reprocesados mediante extrusión en húmedo para obtener fibras recicladas base poliacrilonitrilo (r-PAN). Finalmente, se modificaron las fibras de r-PAN con nanopartículas (NPs) de TiO_2 y ZnO a una concentración de 10 %p, así como también una funcionalización con solución de ácido fosfórico. Para establecer condiciones favorables de adsorción de azul de metileno utilizando fibras de r-PAN modificadas con NPs, se realizó un diseño de experimentos L_{12}^2 con el objetivo de establecer las variables principales que afectan la capacidad de adsorción de los materiales obtenidos. Los resultados obtenidos mostraron capacidades de adsorción ≈ 30.31 mg/g de fibra a temperatura ambiente y pH alrededor de 6–7, siendo los principales factores que afectan la adsorción de pigmento, tratamiento con ácido fosfórico, concentración de pigmento, y tipo de NPs, en orden descendente de importancia.

Keywords: Adsorción, Fibra r-PAN, Naopartículas

Presenting author's email: serralta_macias@yahoo.com.mx

S7-abs001

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y PARAMETROS CINÉTICOS DE ADSORCIÓN DE ROJO DE METILO EN ESFERAS DE QUITOSANA

Justo Alonso Rodríguez Lomelí¹, Juan Carlos Sánchez Díaz¹, Agustín Martínez Ruvalcaba¹, Ernesto Almaraz Vega¹

¹Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Química, Mexico.

En este trabajo se determinó la capacidad de adsorción de rojo de metilo (RM) a diversas concentraciones en hilos de quitosana (Q). Se utilizó espectrofotoscopia UV-Vis para determinación la concentración de RM en solución a diferentes tiempos. Se utilizaron los modelos cinéticos de adsorción de Lagergren y HoMcKay para aproximar la adsorción a una reacción de pseudo primer y de pseudo segundo orden.

Keywords: Quitosana, Adsorción, Rojo de metilo

Presenting author's email: justo.rodriguez9837@alumnos.udg.mx

S7-abs006

SUSTAINABLE CARBON QUANTUM DOTS FROM CALAMANSI PEELS AS NOVEL DETECTORS OF HEAVY METALS FABRICATED WITH 3D PRINTING

Kassandra Garcia¹, Jael Arlen Briones Magallanes², Ryan McGorty³, José Bonilla-Cruz², Tania E. Lara-Ceniceros²

¹University of California, San Diego, Bioengineering: Biosystems, United States. ²CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Nano & Micro Additive Manufacturing of Polymers and Composite Materials Laboratory "3D LAB", Advanced Functional Materials & Nanotechnology Group, Mexico. ³University San Diego, Physics and Biophysics, United States.

Bio-waste of the citrus-hybrid calamansi orange can cause toxicity in ecosystems through water contamination due to the high percentage of D-Limonene in the essential oil of the peels. An abundance of the inedible calamansi peels in landfills correlates to the low cost and popularity of this ingredient in cuisines and natural remedies. However, we aimed to repurpose the peels as a sustainable precursor for the green synthesis of carbon quantum dots (CQDs) to be used as a sensor for detecting heavy metals. We utilized hydrothermal carbonization (HTC) to catalyze the thermal conversion of calamansi peels in a hydrothermal reactor to produce biochar with CQDs. The transmittance, fluorescence, and absorbance of the CQDs were characterized through Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), Ultraviolet Visible Spectroscopy (UV-Vis), and fluorescent spectroscopy. Once a promising quantum yield was reached, calamansi peel CQDs were incorporated into novel sensors for detecting pollutants in water. We fabricated the sensors utilizing Direct Ink Writing (DIW) 3D printing with a sustainable ink derived from naturally sourced nanocellulose fibers. This work demonstrates how biomaterials can be harnessed to create low-cost sensors for the detection of heavy metals to improve water quality.

Keywords: Carbon Quantum Dots (CQD), Bio-waste, 3D Printing

Presenting author's email: kgarcialiane@gmail.com

S7-abs008

BIOCOMPUESTOS DE PLA REFORZADOS CON FIBRAS DE VAINA DE MORINGA (MORINGA OLEIFERA)

Luis Ángel Val Félix¹, Judith Fortiz Hernández², Jorge Nemesio Mercado Ruíz², Tomás Jesús Madera Santana², Jesus Manuel Quiroz Castillo¹

¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigación En Polímeros y Materiales, Mexico. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal, Mexico.

La contaminación plástica constituye una amenaza significativa para los ecosistemas y la salud pública. La acumulación de residuos altera los suelos, los cuerpos de agua y las cadenas tróficas, además de estar asociada con efectos adversos sobre la salud. Ante esta problemática, resulta indispensable fomentar el desarrollo de materiales sostenibles que puedan sustituir a los plásticos convencionales. En este estudio, se desarrollaron biocompuestos de ácido poliláctico (PLA) reforzados con fibras de vaina de moringa (FM) en

concentraciones de 2.5 al 10% p/p, con el objetivo de evaluar el efecto del contenido de refuerzo sobre las propiedades fisicoquímicas de los materiales. El análisis mediante espectroscopía FTIR-ATR evidenció señales atribuibles a grupos -OH y C-H de la FM, así como un aumento en la intensidad del grupo carbonilo C=O (1747 cm^{-1}), lo cual se atribuyó a una disminución en el orden estructural de las cadenas poliméricas del PLA. En cuanto al comportamiento térmico, la temperatura de transición vítrea (T_g) se incrementó hasta un contenido de 7.5% FM, aunque disminuyó con 10% FM, debido a la aglomeración del refuerzo. La cristalinidad se incrementó con la incorporación de FM, alcanzando un valor máximo con 5% FM ($X_c = 29.89\%$). Asimismo, se observó una disminución en la temperatura de degradación máxima (T_{max}), registrándose un valor de 314.05°C para la formulación con 10% FM, en comparación con 353.07°C para el PLA puro. En conjunto, la incorporación moderada de FM favoreció la organización molecular, la dispersión del refuerzo y la respuesta térmica del PLA, mientras que contenidos elevados propiciaron fenómenos de aglomeración y pérdida del orden estructural.

Keywords: Biocompuestos biodegradables, Fibras naturales, Ácido Poliláctico (PLA)

Presenting author's email: valfelixluisangel@gmail.com

S7-abs009

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA MEMBRANA HÍBRIDA DE INTERCAMBIO PROTÓNICO

Manuel Saray Beas¹

¹Universidad de Guadalajara, Ingenierías, Mexico.

Las membranas híbridas de intercambio protónico incorporan en la matriz polimérica otros materiales (partículas de dióxido de grafeno, arcillas, partículas orgánicas metálicas, entre otros) con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, térmicas, conductivas, resistencia a la degradación ante la presencia de humedad y temperatura.

En este estudio para desarrollar una membrana híbrida funcional a temperaturas superiores a 120°C , se incorporó bentonita sódica (Be) a la matriz polimérica empleando el polímero 4 vinil benzyl cloruro (4vbc). Para mejorar la conductividad protónica se emplean ácido sulfanílico (As) y ácido fosfórico (AP). La Be al ser un material cerámico presenta propiedades térmicas adecuadas para este fin. El ácido sulfanílico aporta el grupo ácido sulfónico (-SO_3

Keywords: Membranas protónicas, polímero, bentonita

Presenting author's email: manuel.saray8289@alumnos.udg.mx

S7-abs010

SYNTHESIS OF RENEWABLE TELECHELIC OLIGOMERS VIA SELF-METATHESIS FROM ALLYL HEXANOATE. FEASIBILITY STUDY

Gabriela Olivia Casillas Calzadilla¹, Dra. Carina Gutiérrez Flores², Dr. Jorge Armando Cruz Morales³, Dra. Selena Gutiérrez Flores³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Environmental chemistry, Mexico. ²Universidad Nacional

Autónoma de México, plant reproductive biology, Mexico. ³Univeridad Nacional Autónoma de México, environmental chemistry, Mexico.

Allyl hexanoate (HA) is an interesting asymmetric olefin that can be obtained from renewable sources such as pineapple waste. Previous research has shown that this olefin can act as a chain transfer agent (CTA) in metathesis depolymerization reactions. In particular, it has been successfully used in the synthesis of telechelic oligomers by metathesis depolymerization of natural rubber (*Hevea brasiliensis*). However, during depolymerization, HA was observed to participate in self-metathesis reactions (Scheme 1), which were thermodynamically favored by its terminal double bond [1-2]. In general, degradation reactions are better controlled if the CTA used is symmetric [3] because side reactions are reduced due to the catalyst's preference for the olefin's terminal double bond ($\text{CH}_2=\text{CH-R}$). with respect to the internal double bond in a symmetrical olefin (R-CH=CHR') or the trisubstituted double bond in natural rubber $\{\text{R-C}(\text{CH}_3)=\text{CH-R}\}$.

To understand the role of HA in self-metathesis reactions and even evaluate the feasibility of obtaining renewable telechelic bis-acyloxy oligomers, this research focused on the synthesis of the symmetrical olefin 1,4-dihexanoate-2-butene (DHA) via self-metathesis, using the second-generation Grubbs catalyst (G2). Variables such as pressure and reaction times were considered for the study, as well as the proximity of the carbonyl group to the double bond in HA (a methylene spacer $-\text{CH}_2-$), and its comparison with other α -olefins with an acyloxy group.

Scheme 1. Self-metathesis reaction of allyl hexanoate (HA) (a) to obtain the renewable telechelic oligomer: 1,4-dihexanoate-2-butene (DHA) (b).

a. Study of self-metathesis of the olefin allyl hexanoate under different pressure conditions

According to Scheme 1, during the self-metathesis reaction of HA, the symmetrical olefin (DHA) and ethylene were formed as a byproduct. However, to shift the equilibrium and favor the formation of DHA, the reaction was carried out under different pressure conditions. The reaction ranged from a closed system (N_2 atmosphere, atmospheric pressure, and 24 h) to reduced pressures of 0.66 kPa and 0.33 kPa, with times of 3, 6, and 12 h. All reactions were carried out with an olefin/G2 molar ratio of 1000:1 and characterized by FT-IR, ¹H-NMR, and GC-MS. According to the calculated conversions, it was found that lower reduced pressures result in higher conversions in the same time. Pressures of 0.33 kPa and 0.66 kPa yielded DHA conversion rates of 82% and 60%, respectively, in 6 h of reaction.

b. Self-metathesis study of the olefin allyl hexanoate by varying the reaction time.

Derived from the conversion rate results, an absolute pressure of 0.66 kPa was chosen for the following study: to establish the time at which the reaction reaches equilibrium. Samples were taken at reaction times of 30 min, 1, 2, 4, and 6 h. The products were characterized by GC-MS and ¹H-NMR. According to the conversions, equilibrium was reached after 6 h.

c. Self-metathesis study of α -olefins with acyloxy groups: catalyst loading optimization.

Under the conditions found (reaction time and vacuum pressure) the last part of the study was carried out, which consisted of observing how the reaction behaves with different catalyst loadings depending on the position of the acyloxy group, in a series of α -olefins composed of HA, methyl 10-undecenoate (UM), 5-hexenyl

acetate (A5H), and 1-octene (OC); using G2 and second generation Hoveyda-Grubbs catalysts (HG2), with [Ru]/[olefin] molar ratios of 100:1, 500:1, 1000:1 and 2000:1. The results showed that high catalyst loadings yielded excellent conversions, even with a separation between the double bond and the functional group of only one methylene spacer, as was the case with HA at a catalyst ratio of 100:1, achieving a conversion of 82% (for G2) and >99% (for HG2). Contrarily, at the lowest molar ratio of 2000:1, for both olefins (HA and UM), only the corresponding symmetrical product was formed with 40% conversion.

d. Synthesis of oligomers via cross-metathesis by depolymerization of natural rubber from Oaxaca (NR).

Based on the previous study, conditions of 500:1 olefin/G2, with an absolute pressure of 0.66 kPa, were selected for the synthesis of the dimer (DHA) via self-metathesis. The product was subsequently used as CTA in a 1:1 [NR]/[CTA] molar ratio and a 1000:1 [NR]/[G2] ratio to obtain oligomers with two acyloxy terminal units. Under these conditions, NR was depolymerized with a molecular weight of 1.7×10^6 g/mol ($\bar{D} = 1.35$) to renewable telechelic bis-acyloxy oligomers with a molecular weight of 440.4 g/mol ($m = 2$).

References

- [1] Gutiérrez S. & Tlenkopatchev M. (2011). Polymer Bulletin 66(8):1029–1038.
- [2] Burelo M., Gutiérrez S., Treviño C., Cruz J., Martínez A. & López S. (2022). Polymers. 14, 4973.
- [3] Tsedalu A. (2021). Journal of Chemistry, Volume 2021, 14, 3590613.

Keywords: self-metathesis, depolymerization, telechelic oligomers

Presenting author's email: casillas.gabriela.311096@gmail.com

S7-abs012

REMOCIÓN DE LORATADINA UTILIZANDO POLÍMEROS DE IMPRESIÓN MOLECULAR EN AGUA SINTÉTICA

Alessandra Cannata Cárdenas¹, Yara Patricia Cabrera Sagrero², Ricardo Moreno³, Judith Cardoso³

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Química, México. ²Univeridad Nacional Autónoma de México, Química, México. ³Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Física, México.

Los compuestos farmacéuticos activos se reconocen como microcontaminantes emergentes en aguas residuales debido a su persistencia, toxicidad potencial y efectos adversos en ecosistemas y salud humana. El objetivo de este trabajo fue sintetizar y caracterizar polímeros de impresión molecular (MIP) con alta selectividad hacia loratadina, y evaluar su eficacia de remoción en agua sintética. Los MIP se obtuvieron por polimerización en presencia de la molécula plantilla (loratadina), utilizando metil metacrilato como monómero funcional y etilenglicol dimetacrilato como agente entrecruzante. Se realizaron ensayos de adsorción para determinar la cinética y las isotermas de adsorción. La cinética de adsorción siguió un modelo de pseudo-segundo orden y las isotermas se ajustaron al modelo de Freundlich, lo que sugiere un mecanismo de quimisorción. El valor máximo de adsorción (q_{max}) alcanzó los 10,3 mg de fármaco por gramo de polímero.

Estos resultados demuestran que los polímeros de impresión molecular diseñados son adsorbentes

prometedores para la eliminación selectiva de contaminantes farmacéuticos en tratamientos avanzados de aguas residuales. Futuros trabajos explorarán la regeneración del material y su desempeño en muestras de agua real.

Keywords: Polímero de impresión molecular, Microcontaminantes, Loratadina

Presenting author's email: cannataale@gmail.com

S7-abs014

HIDROGELES BASADOS EN BIOPOLÍMEROS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE: DISEÑO, CARACTERIZACIÓN Y EFICIENCIA EN LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE UREA

Jesús Antonio Morales¹, Dora Evelia Rodríguez Félix¹, Francisco Rodríguez Félix², Ramón Alfonso Moreno Corral¹, Heidy Burrola Nuñez³

¹Universidad de Sonora, Polímeros y Materiales, Mexico. ²Universidad de Sonora, investigación y posgrado en alimentos, Mexico. ³Universidad Estatal de Sonora, ecología, Mexico.

The serious issue of soil and water pollution stems from various anthropogenic activities, one of which is the excessive use of nitrogen-based fertilizers in agriculture. This practice leads to nitrate leaching and greenhouse gas emissions. To address this problem, this research developed biodegradable hydrogels as controlled-release systems for urea. The hydrogel design was based on two natural biopolymers chitosan and gellan gum, due to their intrinsic properties, which enable gradual fertilizer release, reduce environmental impact, and improve nutrient efficiency for crops. Using an experimental approach, three composite formulations were studied. The urea release capacity of the hydrogels was evaluated under different conditions, considering key factors such as temperature and soil pH. Prior to evaluation, the synthesized hydrogels were characterized via FTIR and SEM. The results demonstrated that the hydrogels exhibited a porous structure and molecular interactions that control urea diffusion. In conclusion, these polymeric systems can effectively regulate fertilizer release, displaying distinct behaviors depending on their composition. This suggests significant potential for minimizing losses due to leaching and volatilization, the primary pollution mechanisms associated with conventional fertilizer use. Therefore, the development of these systems represents a promising alternative for more sustainable agriculture, where synchronizing nutrient availability with crop demands could substantially reduce environmental impact.

Keywords: hydrogels, polymers, environment

Presenting author's email: jantonio.moralesalvarado@gmail.com

S7-abs015

ENCAPSULACIÓN DE BIOCARBÓN EN HIDROGEL PARA LA POTENCIAL MEJORA DEL SUELO

Juliana Calle Zuleta¹, Juana Alvarado Ibarra¹, José Carmelo Encinas Encinas¹

¹Universidad de Sonora, Polímeros y Materiales, Mexico.

La creciente presencia de contaminantes emergentes en ecosistemas acuáticos, y suelos agrícolas

representa un reto ambiental creciente, especialmente considerando la limitada eficiencia de tecnologías convencionales de remediación. Ante esta problemática, los hidrogeles basados en biopolímeros se han consolidado como materiales inteligentes de gran interés por su biocompatibilidad, biodegradabilidad y capacidad de respuesta a estímulos externos. En este trabajo se propone la síntesis de un hidrogel de alginato/quitosano entrecruzado e incorporado biocarbón sintetizado en laboratorio a partir de fibras excedentes de alimentos frutales y florales, este es diseñado como sistema funcional para la adsorción de contaminantes y a su vez

La combinación de alginato (aportando grupos carboxilo con afinidad por cationes) y quitosano (aportando grupos amino con alta capacidad de interacción electrostática) genera una matriz porosa y estable, potenciada por la inclusión del biochar, mejora la capacidad de captura de contaminantes móviles e inmóviles en el suelo, siendo a su vez una enmienda debido al aporte de Ca y Mg entre otros. El estudio contempla la caracterización fisicoquímica, mediante SEM, FTIR para validar tecnología sostenible y adaptable para la mitigación de contaminantes farmacéuticos.

Keywords: sistema, hidrogel, biopolimero

Presenting author's email: julianacalle05@gmail.com

S7-abs020

PREPARACION Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES PARA REMEDIACION AMBIENTAL

Julio Alfredo García Beltrán¹, Diego Hernández Martínez², Jesús Manuel Quiroz Castillo¹, Dora Evelia Rodríguez Félix¹, Diana Vargas Hernández¹, Yael Isbeth Cornejo Ramírez³, Salvador García Enríquez⁴
¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigación de Polímeros y Materiales, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de ingeniería química y metalurgia, Mexico. ³Universidad de Sonora, Departamento de investigación y posgrados en alimento, Mexico. ⁴Universidad de Guadalajara, Departamento de madera, celulosa y papel, Mexico.

El presente trabajo aborda el diseño y evaluación de un hidrogel para la remoción del ibuprofeno, un fármaco ampliamente utilizado que ha sido detectado como contaminante emergente en cuerpos de agua. Se desarrolló un material polimérico a base de almidón, un biopolímero renovable de alta disponibilidad en el estado de Sonora, al que se incorporó dióxido de titanio (TiO₂) a diferentes concentraciones como fotocatalizador, con el fin de aprovechar sus propiedades para la degradación fotoinducida del contaminante. La síntesis del hidrogel se realizó mediante gelatinización térmica y posterior secado, variando la cantidad de solvente, la concentración de ácido cítrico como agente entrecruzante y el contenido de TiO₂, con el objetivo de optimizar su estructura y funcionalidad. El material fue caracterizado mediante espectroscopía FTIR, microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) y análisis termogravimétrico (TGA), y se evaluaron su capacidad de hinchamiento, su eficiencia de adsorción y su desempeño en la fotodegradación del ibuprofeno bajo irradiación ultravioleta. Los resultados mostraron que, aunque el hidrogel sin TiO₂ presenta una alta capacidad de hinchamiento, su eficacia en la adsorción del fármaco fue limitada. Sin embargo, al incorporar TiO₂ en la red polimérica, se logró una mejora significativa en la degradación del contaminante, alcanzando una velocidad de reacción de 0.0179 min⁻¹, en comparación con 0.0076 min⁻¹ para el TiO₂ sin soporte. Esta sinergia se atribuye a la capacidad del hidrogel para actuar como matriz estructural, facilitando tanto la dispersión del fotocatalizador como una mayor interacción con el analito. La propuesta demuestra la validez de emplear materiales híbridos, sostenibles y de bajo costo para enfrentar problemas ambientales asociados

a contaminantes emergentes. Además, resalta el potencial de integrar residuos agroindustriales en el diseño de tecnologías funcionales para el tratamiento de aguas, con miras a su aplicación en sistemas reales. Los hallazgos de esta investigación abren la puerta a nuevas estrategias de remediación ambiental, basadas en el aprovechamiento de recursos locales y en el desarrollo de soluciones más eficientes y responsables con el entorno.

Keywords: Contaminantes emergentes, Hidrogel, Fotocatálisis

Presenting author's email: a216202722@unison.mx

S7-abs024

TOXICIDAD DE MICROPLÁSTICOS DERIVADOS DE BIOPOLÍMEROS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS COMESTIBLES

Kevin G. Ahumada-Andrade¹, Aida Alejandra Pérez-Fonseca¹, Jorge Ramón Robledo-Ortíz², Sandra F. Velasco-Ramírez³, Juan Carlos Sánchez Díaz¹, Alfonso Barajas Cervantes¹

¹Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Madera, Celulosa y Papel, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, Química, Mexico.

La contaminación por microplásticos en suelos y agua constituye un problema ambiental relevante. Con el objetivo de reducir su presencia, se ha propuesto sustituir los polímeros convencionales por polímeros biodegradables. No obstante, se ha comprobado que estos últimos también generan microplásticos, y se conoce poco sobre los posibles daños que pueden ocasionar. Se ha reportado que los microplásticos pueden alterar procesos esenciales en las plantas, como la germinación, el desarrollo radicular y la fotosíntesis. En este estudio se evaluó la toxicidad de microplásticos derivados de poli(ácido láctico) (PLA), poli(hidroxibutirato) (PHB) y Mater-Bi® en plantas comestibles cultivadas en un sistema hidropónico. Se monitorearon variables de crecimiento, biomasa, contenido de clorofila y pH del medio durante todo el ciclo de desarrollo, bajo diferentes concentraciones de microplásticos. Se observó una relación entre el tipo de biopolímero y su impacto tóxico en el crecimiento vegetal, reflejada principalmente en una reducción del índice de germinación, en la cual se detectó una disminución en la tasa de germinación de 10, 19 y 29 % correspondientes al PLA, al PHB y al Mater-Bi ®. Asimismo, las mediciones de longitud de raíces y hojas mostraron que el grupo control presentó un crecimiento superior respecto a las plantas expuestas a microplásticos, denotando una disminución en la longitud de las raíces del 55, 47 y 49% con microplásticos de PLA, PHB y Mater-Bi ® respectivamente. De igual forma, se detectó que para el PLA, el PHB y el Mater-Bi ®, el tamaño de las hojas disminuyó entre un 25 y un 28% con respecto al grupo de control. En conclusión, la presencia de polímeros biodegradables en el medio de cultivo tuvo un efecto negativo en el desarrollo de plantas comestibles.

Keywords: Biopolímeros, Microplásticos, Toxicidad

Presenting author's email: kevin.ahumada4699@alumnos.udg.mx

S7-abs025

DISEÑO DE NUEVOS POLÍMEROS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD ESPECÍFICA DE BATERÍAS DE LITIO – AZUFRE

Susan Abigail Flores Pena¹, Claude St Thomas¹, Enrique Jiménez Regalado¹, Judith Cabello-Romero², Luis Ernesto Elizalde², Hortensia Maldonado-Textle²

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química macromolecular y nanomateriales, Mexico.

Debido al panorama energético actual, existe la necesidad del desarrollo de nuevos sistemas de energía capaces de mitigar las problemáticas sociales y ambientales derivadas de la gran dependencia en el uso de energías provenientes de combustibles fósiles. Entre ellos, las baterías de Litio-Azufre (LiS) se presentan como una alternativa prometedora, ya que son capaces de almacenar hasta seis veces más energía en comparación con una batería convencional de iones de Litio. Sin embargo, los problemas como la difusión de polisulfuros al ánodo de la batería (efecto shuttle) impiden su aplicación comercial.

Con el fin de eliminar estas problemáticas se ha diseñado y preparado polímeros funcionalizados con el propósito de evaluar sus propiedades como aglutinantes en el cátodo de la batería y sus capacidades de interactuar con los polisulfuros mediante una interacción de coordinación. Algunos investigadores observaron que polímeros con cargas positivas en grupos como aminas cuaternarias y la doble funcionalidad como el grupo pirrolidona promueven la retención de polisulfuros mediante la atracción de las cargas opuestas de la cadena polimérica y los polisulfuros.

El presente trabajo describe el desarrollo de materiales poliméricos aplicables en baterías de litio-azufre (Li-S). En este estudio se sintetizó y caracterizó un monómero derivado de pirrolidona, N-(2-acriloiloxi)etil pirrolidona (NAEP). Posteriormente, se prepararon homopolímeros de PNAEP y copolímeros en bloque y aleatorio (NAEP y AETMAC) mediante la técnica de polimerización controlada RAFT. Se evaluaron el efecto de la temperatura, la relación de monómeros y la relación de agente RAFT e iniciador en las reacciones de polimerización. El seguimiento de la conversión se realiza por ¹H-RMN, confirmando la obtención de materiales potencialmente aplicables como aglutinantes para baterías de Li-S. Por el momento, se está realizando análisis térmico y mecánico con el objetivo de examinar y seleccionar los polímeros más adecuados para ser utilizados como aglutinantes para mejorar el desempeño de los cátodos de las baterías de LiS.

Keywords: Baterías litio-azufre, polímeros funcionalizados, efecto shuttle

Presenting author's email: susan.flores.m24@ciqa.edu.mx

S7-abs026

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS MEDIANTE ELECTROHILADO CON POLIPIRROL PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN EN TRATAMIENTOS DE AGUAS CONTAMINADAS

Irela Santos Saucedo¹, María Mónica Castillo Ortega¹, Dora Evelia Rodríguez Félix¹, Teresa del Castillo Castro¹

¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigación En Polímeros y Materiales, Mexico.

El electrohilado (o electrospinning) de plásticos permite transformar los residuos en fibras de diámetro micro o nanométricas con una gran área superficial, porosidad elevada y buena conectividad de poros, lo que las hace ideales para aplicaciones como filtración, sensores, liberación controlada de fármacos y adsorción de contaminantes.

En este trabajo se presenta la combinación de fibras electrohiladas a partir de botellas de plástico de coca cola (PET) con polipirrol permitiendo abordar dos problemas: 1) la contaminación por plásticos y la necesidad de materiales económicos para aplicaciones tecnológicas.

Para la obtención de las fibras electrohiladas, se utilizó el ácido trifluoroacético (TFA) como disolvente. La concentración de PET se mantuvo constante, mientras que la del polipirrol se varió en 0.5 w/v, 1% w/v y 2 % w/v, con el objetivo de evaluar su influencia en las propiedades del material final.

Los materiales obtenidos fueron caracterizados por SEM, FTIR, TGA y DSC. A nivel macroscópico, las muestras presentaron una tonalidad negra conforme se aumenta la concentración de PPy, lo cual indica su incorporación en la matriz polimérica. Con las micrografías de SEM se espera una morfología predominantemente fibrosa conteniendo partículas de PPy distribuidas en las fibras de PET. El análisis por FTIR se espera indique la presencia de ambos polímeros y posibles interacciones entre las cadenas de PET y PPy, lo cual podría influir en las propiedades fisicoquímicas del material compuesto. En cuanto al comportamiento térmico, el análisis de TGA mostró un ligero aumento en la estabilidad térmica con la incorporación de PPy, aunque se observó una disminución en la velocidad de descomposición y en la cristalinidad según los resultados obtenidos por DSC. Esto podría deberse a la interrupción de la organización cristalina del PET por parte de las cadenas de PPy. Por lo tanto, estos resultados indican que la incorporación de PPy en las fibras de PET no solo modifica sus propiedades morfológicas y térmicas, sino que también potencia su aplicación en remoción de contaminantes acuosos, gracias a la presencia de grupos funcionales y a la naturaleza conductora del PPy.

Keywords: Residuos plásticos, Polipirrol, Fibras

Presenting author's email: irela.santos@unison.mx

S7-abs030

SÍNTESIS Y RECICLAJE DE COPOLÍMEROS ESTIRENO-ALFA METIL ESTIRENO CON Y SIN FUNCIONALIZACIÓN TERMINAL. UNA ALTERNATIVA ECOLÓGICA AL POLIESTIRENO ESPUMADO

Itzel Estudillo Castelan¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico.

La síntesis y el estudio para reciclaje químico de copolímeros a base de estireno y α - metil estireno pertenecen a un área de interés creciente, la de polímeros sintéticos más fácilmente reciclables, por vía química, que sus contrapartes convencionales. Los copolímeros de estireno y α - metilestireno potencialmente son fácilmente pirolizables debido a la tendencia a la despropagación de las unidades de α - metilestireno. Además, estos copolímeros tienen mejores propiedades térmicas y mecánicas en comparación con sus contrapartes convencionales (homo polímeros de estireno). En este trabajo se presenta un avance preliminar enfocado en la degradación térmica de poliestireno mediante pirolisis controlada que servirá de blanco para la comparación de la pirólisis térmica de copolímeros de estireno y α - metilestireno. Posteriormente, se sintetizarán este tipo de copolímeros y serán pirolizados. Los resultados experimentales actuales permiten establecer parámetros iniciales para la cinética de la reacción, comprobándose así la relación entre la temperatura y el rendimiento de líquidos y volátiles en la pirólisis. Este avance diseñará sobre bases más sólidas los experimentos futuros de pirolisis de copolímeros de estireno- α metilestireno.

Keywords: Reciclaje químico, Copolímeros de estireno α – metilestireno, Pirólisis

Presenting author's email: iestucas01@gmail.com

S7-abs032

INFLUENCE OF THE TYPE OF LIGNOCELLULOSIC FILLER AND TIRE RUBBER ON THE MECHANICAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF EXTRUDED PROFILES OF RECYCLED POLYPROPYLENE

Rolando Jaivet Ciprian Velazquez¹, José de Jesús Llamas-Medina¹, Juana Reyes-Aguilar¹, Francisco Javier Moscoso-Sánchez², César Sedano-De la Rosa¹, Francisco José Aranda-García¹

¹Universidad de Guadalajara, Ingenierías, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Química, Mexico.

In this study, blends were prepared by extrusion of recycled polypropylene (rPP) filled with 20% sugarcane bagasse (SCBF) and 20% tire rubber (TR), with average particle sizes of 0.5 mm for SCBF and 1.8 mm for TR. Solid profiles with a square cross section of 25 cm² and a length of 75 cm were produced using an extrusion process with a controlled temperature profile.

The extruded profiles were characterized by tensile testing (ASTM D 638) and morphological analysis by SEM microscopy, evaluating the effect of filler percentage and cutting method (circular saw, band saw, and laser). Results showed that the Shore hardness of unreinforced rPP remained stable despite the extrusion thermal profile, while addition of 20% TR reduced hardness by 5%, and 20% SCBF produced no significant changes.

Keywords: recycled polymers and rubbers, morphological analysis, mechanical properties

Presenting author's email: rolando.ciprian8444@alumnos.udg.mx

S7-abs033

PERLAS POROSAS DE POLIESTIRENO COMO SOPORTES DE LIPASA APLICADOS COMO BIOCATALIZADORES EN LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

Jose Juan Avila Guerrero¹, José Benito Pelayo Vázquez², Raul Ortega Cordova³, Carolina Livier Recio Colmenares², Fernando Enrique Espínola Portilla², Edgar David Moreno Medrano², María Guadalupe Pérez García²

¹Universidad de Guadalajara, Estudios del Agua y la Energía, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Ciencias Básicas y Aplicadas, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, Química, Mexico.

En este trabajo se presenta una estrategia innovadora basada en el diseño de perlas porosas como soportes de lipasa para catalizar reacciones de transesterificación orientadas a la producción de biodiesel. Las perlas se sintetizaron mediante emulsiones dobles formuladas con estireno/divinilbenceno y solventes eutécticos profundos (DES, por sus siglas en inglés). En primer lugar, se preparó una emulsión primaria HIPE (High Internal Phase Emulsion) de tipo DES/O, empleando estireno/divinilbenceno en relación molar 10:1 como fase continua (20 % v/v), estabilizada con Span 60 (10 % p/p). Esta HIPE se dispersó a caudal controlado (1.8 mL/min) en un segundo solvente eutéctico profundo (DES2, medio de suspensión sin tensioactivo) para obtener emulsiones dobles DES1/O/DES2, que se polimerizaron por vía radicalaria. Tras el lavado, las perlas exhibieron una estructura macroporosa 3D interconectada, adecuada para la impregnación de lipasa sobre su

superficie porosa. Finalmente, las perlas con lipasa se emplearon como biocatalizadores en la transesterificación de aceite de girasol con metanol (relación molar 1:6), alcanzando rendimientos superiores al 90 % en la obtención de biodiesel (ésteres metílicos de ácidos grasos, FAMES). Esta configuración mejora la estabilización y la reutilización del biocatalizador, y representa un avance hacia procesos de producción de biocombustibles más sostenibles y eficientes.

Keywords: Reacciones de transesterificación, Lipasa, Biocombustibles

Presenting author's email: johnnyavila199@gmail.com

S7-abs034

MEJORA DE LA ADHESIÓN POLÍMERO–FIBRA EN COMPUESTOS DE HDPE RECICLADO MEDIANTE MODIFICACIÓN SUPERFICIAL DE FIBRAS DE MAPLE CON MAPE

Roberto Carlos Vázquez Fletes¹, Denis Rodrigue²

¹Universidad de Guadalajara, Química, Mexico. ²Université Laval, Chemical Engineering, Canada.

En este trabajo se desarrollaron compuestos de polietileno de alta densidad reciclado (R-HDPE) reforzados con fibras de maple. Para mejorar la interacción en la interfase polímero–fibra, las fibras fueron modificadas superficialmente mediante un tratamiento en solución con polietileno modificado con anhídrido maleico (MAPE). Los compuestos se obtuvieron por mezclado en seco seguido de moldeo por compresión. La caracterización mediante FTIR, y microscopía SEM confirmó cambios químicos y morfológicos en la superficie de las fibras tratadas.

Los compuestos con fibras modificadas presentaron mejoras significativas en comparación con aquellos con fibras sin tratamiento. Se observaron incrementos de aproximadamente 23% en el módulo a tensión, 54% en el módulo a flexión, 26% en la resistencia a tensión y 46% en la resistencia a flexión, respecto a la matriz de R-HDPE. La resistencia al impacto se incrementó hasta en 87% en relación con los compuestos con fibras sin tratamiento. Adicionalmente, el contenido máximo de fibra que permitió obtener piezas con buen desempeño aumentó de 15 a 75 % en peso cuando se utilizaron fibras modificadas.

Estos compuestos pueden considerarse materiales sustentables y alternativas viables para el desarrollo de aplicaciones de bajo costo en construcción, mobiliario y otros sectores relacionados.

Keywords: HDPE reciclado, Fibras de maple, Materiales sustentables

Presenting author's email: roberto.vfletes@academicos.udg.mx

S7-abs021 Invited Talk

VERSATILE, WELL-DEFINED, WHOLLY AROMATIC ETHER-BOND-FREE BACKBONE POLYMERS FOR ENERGY APPLICATIONS

Lilian Irais Olvera Garza¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Polímeros, Mexico.

Nowadays, anion exchange membranes (AEMs) are used in various electrochemical devices, such as fuel cells, electrolyzers, and redox flow batteries. Particularly, AEMs are polymers characterized by the presence of positively charged functional groups and have attracted great interest due to the promise of low-cost sources of renewable energy for the future. However, the membranes that have undergone the most development and have been most widely commercialized to date are proton exchange membranes (PEM), specifically Nafion, due to their good chemical and mechanical stability. Nevertheless, the complexity of the synthesis and high costs are issues that have led scientific convenience to opt for other polymeric membranes, like sulfonated nonfluorinated hydrocarbon polymers, as poly(arylene ether ketone)s (PAEKs) or poly(arylene ether sulfone)s (PAESs) that combine lower cost and display high chemical and mechanical stabilities.

Nevertheless, there are different problems and challenges associated with the development of AEMs since materials with high chemical stability at high pH levels as well as high conductivities are required. One of the strategies used to achieve high ionic conductivity is by increasing the ion exchange capacity (IEC) of the membrane (IEC); however, this results in excess of water uptake (WU), leading to a drastic decrease in mechanical properties. Currently, there are different types of AEMs, and the most common are those based on polysulfones and poly(ethylene oxide)s. However, these types of materials have a limitation since they have ether bonds in the main chain that are susceptible to degradation. Therefore, the development of new polymer-forming reactions that allow obtaining materials with high chemical, mechanical, and thermal stabilities is essential. On the other hand, polymers without ether bonds in the main chain have been reported, obtained through polycondensation reactions for its use as AEMs, allowing the development of new structures, achieving an adequate balance between hydration, conductivity, and thermal, mechanical, and chemical stability.

In this study, we present a convenient and scalable chemical methodology to introduce new functionalities in different polymers via postpolymerization modification that enable suitable ionic conductivity and chemical stability for anion exchange membranes applications

Novel polymeric materials were obtained through a systematic study of the polyhydroxyalkylation reaction in superacid medium of carbonyl compounds with activated and non-activated aromatic compounds with modulable functionalities.

The proposed materials focus on structures with positive charges provided mainly by quaternary ammonium, imidazolium and pyridinium groups, confer high ionic conductivities, ideal for ion exchange membranes in storage or electrochemical energy devices.

A novel linear, soluble, high-molecular-weight polymers has been obtained using a superacid-catalyzed polyhydroxyalkylation reaction. The reactions were performed at room temperature in the Brønsted superacid trifluoromethanesulfonic acid (CF₃SO₃H, TFSA) in a mixture with methylene chloride. The obtained materials were functionalized by nucleophilic substitution reactions with the aim of introducing different amino-quaternary groups (positive charges) and were also characterized by FT-IR, NMR-H¹, NMR-C¹³, DSC, TGA and viscosity. The AEMs were prepared using the casting method and their morphological, mechanical, water-uptake (WU), ion exchange capacity (IEC) and ionic conductivity properties were determined.

Keywords: anion exchange membranes, supercapacitors, polyhydroxyalkylation

Presenting author's email: lolvera@materiales.unam.mx

S7-abs022 Invited Talk

POLÍMEROS MACROPOROSOS NANOCOMPUESTOS EN PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS

María Guadalupe Pérez García¹

¹Universidad de Guadalajara, Ciencias Básicas y Aplicadas, Mexico.

Los procesos de oxidación avanzada (POA) se han consolidado como tecnologías altamente eficientes para la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos, así como de microorganismos presentes en aguas residuales, en particular aquellos recalcitrantes que resultan difíciles de remover mediante métodos convencionales. Su principio radica en la generación de especies reactivas de oxígeno, como los radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$), con un poder oxidante lo suficientemente elevado para degradar contaminantes persistentes hasta su mineralización a compuestos simples como dióxido de carbono (CO_2) y agua. De manera adicional, estos radicales atacan con rapidez las estructuras celulares de bacterias y otros microorganismos, provocando daños irreversibles que conducen a su inactivación. Entre las técnicas más empleadas en POA destacan la fotocatalisis, los procesos Fenton y electro-Fenton, la oxidación con peróxido de hidrógeno activado por radiación UV, así como las combinaciones sinérgicas de estos métodos.

En este contexto, la incorporación de nanomateriales ha abierto nuevas posibilidades para optimizar la eficiencia de los POA. Por ejemplo, nanopartículas como TiO_2 han demostrado un excelente desempeño en procesos fotocatalíticos, mientras que la magnetita ha sido ampliamente utilizada en reacciones Fenton por su capacidad de generar radicales hidroxilo. Sin embargo, la aplicación práctica enfrenta limitaciones asociadas a la aglomeración de las nanopartículas en suspensión, lo que reduce su área superficial activa. Asimismo, es difícil su recuperación tras el tratamiento, incrementando costos y la complejidad operativa.

Una alternativa prometedora es el uso de polímeros macroporosos nanocompuestos como catalizadores. Estos materiales pueden actuar como soportes capaces de estabilizar y dispersar de manera homogénea las nanopartículas catalíticas dentro de una red altamente interconectada. Estas estructuras permiten un flujo eficiente del agua contaminada, maximizan la interacción con la superficie activa de las nanopartículas y favorecen la generación sostenida de radicales oxidantes.

El grupo de investigación de la Dra. Pérez García ha desarrollado una estrategia novedosa de síntesis de polímeros macroporosos nanocompuestos empleando como plantillas emulsiones altamente concentradas tipo Pickering formuladas con disolventes eutécticos profundos. En esta conferencia se presentarán los avances más recientes del grupo de investigación en el diseño de estos materiales y se mostrará su aplicación como catalizadores innovadores en reacciones Fenton y en fotocatalisis para la degradación de colorantes y la inactivación de bacterias en agua contaminada. Los resultados obtenidos demuestran el potencial de estos materiales como herramientas sostenibles y de alto desempeño para enfrentar los desafíos actuales en el tratamiento de aguas.

Keywords: Catalyst Supports, Degradation, Oxidación avanzada

Presenting author's email: mariag.perezg@academicos.udg.mx

S7-abs002

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE PALMA DE COCO COMO FUENTE DE CELULOSA PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL

Ivan Yecid Forero Sandoval¹, Gonzalo Canche Escamilla¹, Santiago Duarte-Aranda¹

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Mexico.

El aprovechamiento de residuos agroindustriales representa una estrategia clave para fomentar la economía circular y el desarrollo de materiales sostenibles. La palma de coco (*Cocos nucifera* L.), ampliamente cultivada en regiones tropicales, genera diversos subproductos que generalmente se desechan. En este trabajo se evaluó el potencial de valorización de cuatro residuos de palma de coco como fuente de celulosa para la elaboración de papel artesanal. Se seleccionaron cuatro fracciones de la palma: hojas (CPL), pecíolo (CPP), tronco (CPT) y fruto (CPF). Cada muestra fue caracterizada químicamente mediante métodos TAPPI, determinando los contenidos de extractivos, lignina, celulosa y hemicelulosa. Además, se realizó análisis termogravimétrico (TGA) para identificar los perfiles de degradación térmica de los principales componentes lignocelulósicos. La celulosa fue extraída utilizando un proceso alcalino-hidrotérmico (AHTP). Las fibras obtenidas se caracterizaron en términos de rendimiento, dimensiones (diámetro y longitud), cristalinidad (por difracción de rayos X) y estabilidad térmica. Posteriormente, se fabricaron hojas de papel artesanal y se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados mostraron variaciones significativas entre las fracciones. El CPT y el CPF presentaron altos contenidos de lignina (~30%), mientras que el CPL destacó por su elevado contenido de extractivos (~22%). El rendimiento de celulosa extraída varió entre 20% y 33%, siendo el CPT la fracción con mayor eficiencia. Las fibras obtenidas presentaron diámetros entre 12 y 21 μm , y longitudes entre 423 y 773 μm . Se confirmó la presencia de celulosa tipo I, con cristalinidades que oscilaron entre 69% y 80%. En cuanto a las propiedades del papel, las hojas obtenidas mostraron características dentro de los parámetros del papel artesanal. Sin embargo, el papel elaborado a partir de celulosa de hojas (CPL) mostró el mejor desempeño, con una densidad aparente de 289 kg/m^3 , un índice de tensión de 13.5 Nm/g y un índice de desgarramiento de 3.1 Nm^2/kg . Los residuos del cultivo de palma de coco tienen un alto potencial como fuente alternativa de celulosa. En particular, las hojas de palma ofrecen una combinación favorable de rendimiento, facilidad de procesamiento y propiedades mecánicas del papel. Esta valorización no solo aporta a la reducción de residuos agroindustriales, sino que también promueve el desarrollo de materiales sustentables con aplicaciones prácticas en la industria papelera artesanal.

Keywords: Valorización de residuos, Residuos de palma de coco, Papel artesanal

Presenting author's email: iyforeos@gmail.com

S7-abs007 Invited Talk

DESARROLLO DE POLÍMEROS PARA SISTEMAS DE ALMACENAMIENTOS DE ENERGÍAS

Claude St. Thomas¹, Enrique Jiménez Regalado², Hortensia Maldonado-Textle³, Ricardo Miron², Ignacio González⁴, Susan Abigail Flores Pena², J. Guadalupe Ramos-Sanchez⁴, José Jarib Alcaraz-Espinoza⁴

¹CONAHCyT-CIQA, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada,

Procesos de polimerización, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ⁴Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Química, Mexico.

El desarrollo de nuevas tecnologías de almacenamiento de energías, sobre todo las baterías, permite reducir el consumo de energías fósiles lo cual disminuye la generación de gases a efectos invernaderos que impactan el medio ambiente. Para incrementar la capacidad de las baterías, se requiere del diseño y preparación de nuevos materiales con el propósito de mejorar la capacidad electroquímica, seguridad y procesabilidad de los sistemas de almacenamiento de energías. Por ello, muchas investigaciones reportan la preparación de nuevos enfoques para optimizar las propiedades de los materiales usados en la fabricación de las baterías. Por su parte, los materiales poliméricos juegan un papel preponderante en la preparación de baterías y son principalmente utilizados como electrolitos sólidos, aglutinantes, separadores, entre otros.

Este trabajo describe los principales polímeros utilizados en la preparación de las baterías, así como el efecto del diseño de nuevos materiales en el mejoramiento del desempeño de los dispositivos de almacenamiento de energías. En nuestro grupo de investigación, hemos reportado la preparación de polímeros bien estructurados y sus efectos en el incremento de las propiedades electroquímicas de cátodos de las baterías de litio azufre. Los nuevos materiales representan una alternativa para mejorar las capacidades de las LiSBs.

Keywords: Polímeros, Baterías Litio azufre, Electroquímica

Presenting author's email: claudestthomas@ciqa.edu.mx

S7-abs005

TENDENCIAS DE POLÍMEROS EN CELDAS SOLARES ORGÁNICAS Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA

Bryan Giovanni Martínez Bernal¹, Eduardo Mendizábal Mijares¹, Edgar José Naranjo López²

¹Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Ingeniería de Proyectos, Mexico.

El incremento del consumo energético del año 2000 fue de 400 EJ, mientras que para el año 2023 fue de 620 EJ, lo cual representa un incremento del 55%. Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) 7 "Energía asequible y no contaminante" establece que el acceso a la energía sea segura, asequible, moderna y sostenible, además presenta la oportunidad de desarrollar tecnologías de bajo impacto ambiental e impulsar la transición energética a fuentes renovables. El uso de la energía solar es una fuente alternativa de energía que ha atraído el interés. Las celdas solares orgánicas (CSO) han emergido como una tecnología prometedora, no solo por sus ventajas estructurales como la flexibilidad, ligereza y bajo costo de fabricación, sino también por la posibilidad de diseñar sus materiales activos a nivel molecular. En este contexto, los polímeros juegan un papel central como elementos funcionales en la arquitectura del dispositivo, determinando su eficiencia de conversión energética, estabilidad operacional y viabilidad.

Este trabajo se centra en analizar las tendencias en el desarrollo y aplicación de polímeros dentro de las CSO, como materiales donadores y aceptores en la capa activa, como transportadores de carga en capas intermedias, y como componentes de recubrimiento y encapsulamiento orientados a la protección y

durabilidad del dispositivo. Los avances recientes en el diseño de copolímeros tipo push-pull, así como la incorporación de polímeros conductores y semiconductores que mejoran el alineamiento energético y la movilidad de carga, se destaca cómo estos desarrollos han contribuido a superar barreras de eficiencia y estabilidad. Se introduce el uso de inteligencia artificial para la evaluación computacional de polímeros donadores y aceptores en CSO. Esta herramienta permite predecir la compatibilidad entre moléculas orgánicas, estimar su desempeño potencial y seleccionar combinaciones mediante algoritmos de aprendizaje automático, acelerando así el proceso de evaluación y optimización de materiales. La evolución en el diseño y aplicación de polímeros en celdas solares orgánicas ha permitido mejorar significativamente parámetros clave como la eficiencia de conversión y la estabilidad del dispositivo. Analizar el comportamiento de los polímeros en cada una de las capas resulta fundamental para entender los mecanismos que determinan el desempeño de la CSO. El uso de polímeros en células solares orgánicas ha presentado una mejora notable en parámetros fundamentales como la eficiencia de conversión y la estabilidad. Examinar la conducta de los polímeros en cada capa es esencial para comprender los procesos que establecen el rendimiento de la CSO.

Keywords: Polímeros funcionales, Celdas solares orgánicas, Energía renovable

Presenting author's email: bryan.martinez5476@alumnos.udg.mx

S7-abs013

REMOCIÓN DE CIPROFLOXACINA MEDIANTE POLÍMEROS DE IMPRESIÓN MOLECULAR EN AGUA SINTÉTICA

Alessandra Cannata Cárdenas¹, Yara Patricia Cabrera Sagrero², Ricardo Moreno³, Judith Cardoso³

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Química, México. ²Univeridad Nacional Autónoma de México, Química, México. ³Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Física, México.

Los antibióticos presentes en aguas residuales constituyen microcontaminantes de creciente preocupación debido a su persistencia, potencial para inducir resistencia bacteriana y efectos tóxicos en organismos acuáticos. Entre ellos, ciprofloxacina son de uso masivo y difícil degradación convencional.

En este estudio se diseñaron y sintetizaron polímeros de impresión molecular (MIP) con alta afinidad selectiva hacia ciprofloxacina, con el objetivo de evaluar su capacidad de adsorción en agua sintética.

Los MIP se prepararon mediante polimerización por radicales libre en presencia de la molécula plantilla (ciprofloxacina), utilizando ácido metacrílico (AMA) como monómero funcional y etilenglicol dimetacrilato (EGMA) como entrecruzante. Se llevaron a cabo ensayos batch para caracterizar la cinética de adsorción y las isothermas correspondientes.

Las isothermas se ajustaron al modelo de Freundlich y los resultados cinéticos con un modelo de pseudo-segundo orden, lo que indica un mecanismo de quimisorción dominado por enlaces de hidrógeno entre los sitios específicos del MIP y el antibiótico. Se obtuvieron capacidades máximas de adsorción (q_{max}) 8.25 mg de ciprofloxacina por gramo de polímero. Se investigó la regeneración del adsorbente con los siguientes resultados, con un porcentaje de remoción máximo de 92.28 y un porcentaje máximo de regeneración de un 98.58.

En investigaciones posteriores se evaluarán protocolos de reciclado del polímero y de degradación con oxidación avanzada, así como su desempeño en aguas residuales reales con matrices complejas.

Keywords: Polímero de impresión molecular, Microcontaminantes, Ciprofloxacina

Presenting author's email: cannataale@gmail.com

S7-abs017

PROPIEDADES HALOCRÓMICAS DEL BIOPOLÍMERO A BASE DE ALMIDÓN DE LA RAÍZ DE MATLALXOCHITL (COMMELINA COELESTIS) Y ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DE COL LOMBARDA (BRASSICA OLERACEA VAR. CAPITATA F. RUBRA)

Maria del Rosario Mejia-Cuero¹, Nadia Gonzalez Tellez¹, Guillermo Jesús Cruz Cruz², Ma. Guadalupe Olayo González²

¹Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Ingeniería Química, Mexico. ²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, DEPARTAMENTO DE FÍSICA, Mexico.

El biopolímero desarrollado a partir del almidón de la raíz de Matlaxochitl (*Commelina coelestis*) y antocianinas de col lombarda (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) presenta propiedades halocrómicas, es decir, cambia de color según el pH del entorno. Esta característica lo convierte en un material prometedor para aplicaciones como empaques inteligentes y sensores ambientales. La planta Matlaxochitl, conocida localmente como "juanes", es una especie silvestre de flor azul con una raíz tuberosa que almacena nutrientes. El almidón fue extraído mediante el método húmedo, que incluyó molienda, tamizado, filtrado y secado. Se obtuvo un rendimiento del 36.2 % a partir de 500 g de raíz fresca. El almidón resultante es un polvo blanco, fino y suave, con gránulos de morfología ovoide y un diámetro promedio de 18 μm , observados mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). En la síntesis de biopelículas se emplearon: almidón de *Commelina coelestis* obtenido previamente, glicerol, ácido acético al 3% v/v y extracto de col lombarda en solución a temperatura inferior de 80 °C durante un corto período de tiempo para minimizar la degradación de las antocianinas. Finalmente, la solución obtenida se incubó en placas de Petri planas a ~25–40 °C durante 24–48 h. La caracterización química mediante Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) del biopolímero reveló vibraciones características de enlaces C-O, C-H, C=O y O-H, confirmando la presencia de grupos funcionales propios del almidón. Además, el análisis por espectroscopía de dispersión de energía (EDS) mostró una composición mayoritaria de carbono (46.20 %) y oxígeno (50.49 %), con una relación atómica C/O de 0.91. Las antocianinas incorporadas en el biopolímero permiten que estas actúen como indicador visual de cambios químicos, al exponer las películas de biopolímero a diferentes valores de pH se observó que el material es sensible al pH, muestran una gama de colores según el medio: se tornaron rojas en condiciones ácidas, rosas en neutras y azul en condiciones básicas. Esta variabilidad estructural y cromática convierte al biopolímero en un excelente candidato para el desarrollo de materiales colorimétricos y representa una alternativa sostenible a los plásticos convencionales, con beneficios ambientales y tecnológicos.

Keywords: Matlaxóchitl starch, antocianinas, Propiedades halocrómicas

Presenting author's email: mariadelrosario.mc@sfelipeprogreso.tecnm.mx

S7-abs023

MEMBRANAS DE INTERCAMBIO ANIÓNICO CON ALTA CONDUCTIVIDAD IÓNICA Y ESTABILIDAD QUÍMICA EN MEDIO ALCALINO

Hugo Hernández Martínez¹, Eugenia Josefina Aldeco Pérez², José Antonio Ávila Niño³, Lilian Iraís Olvera Garza⁴

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Polímeros, Mexico. ²Centro de Investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica CIDETEQ, Investigación en Energía, Mexico. ³Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ), Unidad Jalisco-Departamento de Electrónica y Control, Mexico. ⁴Univeridad Nacional Autónoma de México, Departamento de Polímeros, Mexico.

La creciente demanda energética ha impulsado el desarrollo de tecnologías basadas en dispositivos electroquímicos, como celdas de combustible, electrolizadores y pilas de flujo redox, los cuales requieren membranas poliméricas capaces de conducir iones, actuar como aislantes electrónicos y funcionar como barreras selectivas. Las membranas de intercambio aniónico (AEM) han cobrado relevancia por su potencial en estos sistemas; sin embargo, enfrentan retos importantes, como mantener una alta conductividad iónica sin comprometer la estabilidad mecánica y química.

En este trabajo se desarrollaron copolímeros lineales sin enlaces éter en la cadena principal, sintetizados en configuraciones en bloque mediante la copolimerización no estequiométrica de monómeros aromáticos como dibenzofurano, p-terfenilo e isatina. Posteriormente, los copolímeros fueron funcionalizados mediante reacciones de sustitución nucleofílica con sales bromadas que contienen grupos aminocuaternarios. Esta estrategia permitió obtener membranas con dominios hidrofóbicos e hidrofílicos bien definidos, favoreciendo tanto el transporte iónico como la estabilidad estructural.

Todas las AEMs obtenidas presentaron altas conductividades iónicas y excelente estabilidad mecánica, química y térmica, así como valores de absorción de agua adecuados y bajos valores de hinchamiento. De manera destacada, sus valores de conductividad superan los reportados para otras membranas con características similares. Además, la conductividad iónica se mantuvo incluso tras 200 días de inmersión en KOH 1M, lo que evidencia la alta estabilidad de los grupos catiónicos en condiciones alcalinas. Estos resultados confirman el potencial de los materiales desarrollados como AEMs para dispositivos electroquímicos, ofreciendo un excelente balance entre capacidad de intercambio iónico, absorción de agua y estabilidad estructural.

Keywords: conductividad iónica, copolímeros aromáticos, membranas de intercambio aniónico

Presenting author's email: hugo.hernandezm13@gmail.com

S7-abs027

SOSTENIBILIDAD DE UN NANOADSORBENTE TRIFUNCIONAL DE Na-JAROSITA, MEDIANTE AHP-QFD PARA LA ELIMINACIÓN DE MICROCONTAMINANTES EN AGUA DE LA REGIÓN LAGUNA Y SUR DE MEXICO

Arely López¹, Gregorio Vargas², Prócoro Gamero², Odilia Pérez Camacho³

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Síntesis Orgánica Macromolecular, Mexico. ²Centro de Investigación y de estudios Avanzados, Zacatenco., Ciencias de la Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

Debido a la versatilidad, estabilidad y eficacia de las jarositas para remover arsénico, plomo y fluoruro del

agua, se evaluó la viabilidad técnica, ambiental y económica de dos métodos de síntesis de Na-jarosita y el proceso de conformado de un adsorbente multipropósito. Para ello, se usaron indicadores de sustentabilidad como el Factor E, el Eco-Scale y un análisis de costos. La priorización de los requerimientos para el nanoadsorbente se realizó con el Análisis Jerárquico (AHP)[1]. Luego, se empleó la metodología del Despliegue de la Función de Calidad (QFD) para construir matrices que guiaron la selección de materiales, equipos, procesos y condiciones de operación. La consistencia de estas matrices se validó con un índice menor a 0.10%. Los resultados mostraron que el Factor E para la Na-jarosita industrial (JAR) fue de 0.04 kg de desechos por kg de jarosita, indicando una alta sustentabilidad. De forma similar, la síntesis y el conformado generaron 0.6 y 0.06 kg de residuos por kg, respectivamente, siendo ambos procesos sostenibles según los criterios de Sheldon et al. Los procesos de remediación, síntesis y granulado obtuvieron un Eco-Scale con una puntuación superior a 85, clasificándolos como ideales y ecológicos. Finalmente, en el aspecto económico, el costo del adsorbente por mol de As(V) y Pb(II) adsorbido fue inferior a los 200 USD, lo que lo calificó como un nanoadsorbente prometedor para ser incorporado en matrices poliméricas, de bajo costo según los criterios de Ighalo et al.,[1,2]. En conclusión, el análisis QFD demostró ser una herramienta efectiva para identificar los elementos necesarios para obtener un nanoadsorbente trifuncional sostenible y viable para producción a escala piloto e industrial, y prometedor para nanocompuestos poliméricos.

Referencias:

- [1] C. Haiyun, et al., 143 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110844>.
- [2] K. Van Aken et al., (2006). <https://doi.org/10.1186/1860-5397-2-3>.

Keywords: Nanoadsorbente, Agua, Sostenible

Presenting author's email: arely.lopez.ps@ciqa.edu.mx

S7-abs029

Efecto de la Arquitectura Molecular de Copolímeros Catiónicos obtenidos vía polimerización RAFT sobre propiedades mecánicas y electroquímicas de cátodos de Baterías Li-S

Ricardo Miron-Velázquez¹, Hortensia Maldonado-Textle², Judith Nazareth Cabello-Romero², Enrique Jiménez Regalado¹, Claude St. Thomas¹, José Jarib Alcaraz-Espinoza³, Guadalupe Ramos-Sanchez³, Ignacio González⁴
¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ³Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Química, Mexico. ⁴Univeridad Nacional Autónoma de México, Departamento de Química, Mexico.

Las baterías de litio-azufre (Li-S) presentan una alta densidad energética teórica, 8 veces mayor a las baterías de litio comerciales. El principal reto de estos dispositivos es la solubilización de las especies intermedias de azufre en el electrolito limita su capacidad de almacenamiento y tiempo de vida. En el presente trabajo, se estudió la relación estructura-propiedades de copolímeros catiónicos para su aplicación como aglutinantes en baterías de Litio-Azufre. Se sintetizaron copolímeros de sales de cloruro de poli(vinilbenciltimetilamonio)

[PVBTMAC] y poli(acrilato de etiltrimetilamonio) [PAETMAC], comonómeros que proveen propiedades de rigidez y flexibilidad al copolímero, respectivamente.

Los polímeros fueron obtenidos mediante la polimerización RAFT en solución acuosa, lo que permitió la síntesis de copolímeros con arquitecturas controladas: en bloque, estadísticos, tipo estrella con núcleo entrecruzado y ramificados estadísticos. Para la caracterización de los copolímeros, se realizó el intercambio iónico del ión cloruro por bis(trifluorometansulfanil)imiduro (TFSI) para mitigar la corrosión del electrodo y mejorar las propiedades electroquímicas. Los copolímeros fueron caracterizados mediante RMN, FT-IR, SEC, reología rotacional, DSC, TGA, DRX, pruebas de adsorción de polisulfuros y nucleación de Li_2S . Los resultados de RMN revelaron una interacción π -catión entre el anillo aromático y el grupo trimetilamonio entre ambos monómeros la cual se evidenció mediante el cambio en la multiplicidad de las señales del anillo aromático del copolímero estadístico, así como disminución del volumen hidrodinámico observado en los resultados de los análisis SEC y reología rotacional.

Las pruebas mecánicas en cátodos exhibieron que la presencia de PAETMA en los copolímeros mejora la deformación plástica y la tenacidad en comparación con el PVBTMA rígido lo cual mejora el desempeño de los aglutinantes sobre los ciclos de expansión-contracción de la batería. El copolímero estadístico mostró una mejor deformación y tenacidad, aunque las interacciones π -catión previnieron un comportamiento excesivamente plástico. Para los copolímeros entrecruzados se encontró que los polímeros estadísticos entrecruzados presentan un comportamiento de alta rigidez y fragilidad, mientras que los polímeros tipo estrella exhibieron una tenacidad y módulo superiores, e mayor deformación que el copolímero estadístico. Las propiedades superiores del copolímero tipo estrella se atribuyen a su capacidad de transferencias de esfuerzos debido a la capacidad de enredo e interacción con superficies de los brazos poliméricos

Keywords: Polimerización RAFT, Baterías de Litio, Polielectrolitos

Presenting author's email: ricardo1212miron@hotmail.com

S7-abs031

Elaboración de membranas a partir de poliestireno reciclado utilizando dimetil isosorbida como disolvente verde para tratamiento de agua

Stephania Santana¹, Marcial Yam-Cervantes¹, Rita del Rosario Sulub Sulub¹, María Ortencia González Díaz²

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Mexico. ²Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Laboratorio de Membranas, Mexico.

El reciclaje de poliestireno expandido (PSE), un residuo plástico de difícil valorización, representa una alternativa sostenible para desarrollar materiales de separación. En este trabajo se elaboraron membranas planas asimétricas a partir de PSE y PSE sulfonado (al 3% y 5%) obtenido de material de embalaje reciclado. Las membranas se fabricaron mediante inversión de fase (NIPS) utilizando N-metilpirrolidona (NMP) y dimetil isosorbida (DMI) como disolventes, y diferentes baños de coagulación, destacando la mezcla 2-propanol/ácido acético (80/20 v/v) por su mejor desempeño en separación.

La sulfonación del PSE incrementó la hidrofiliidad de las membranas, evidenciada por la reducción del ángulo de contacto de 89° (PSE) a 67° (PSE-5), lo que favoreció un mejor comportamiento antiensuciamiento y una mayor recuperación de flujo (%RF), sin comprometer significativamente la resistencia mecánica.

Asimismo, las membranas de PSE sulfonado mostraron un mayor rechazo al colorante reactivo negro 5 (RB5) y una estructura más porosa, que incrementó la permeabilidad sin pérdida de selectividad.

En conjunto, los resultados confirman que el PSE reciclado permite desarrollar membranas eficientes para el tratamiento de aguas, con potencial en tecnologías de separación sostenibles y en la valorización de residuos plásticos.

Keywords: Poliestireno reciclado, membrana asimétrica, disolvente verde

Presenting author's email: maria.gonzalez@cicy.mx

S7-abs011

BIOPOLÍMEROS PARA UN FUTURO HÍDRICO SOSTENIBLE: APLICACIONES EN LA REMEDIACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS

Judith Cardoso¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Física, Mexico.

El presente trabajo explora el uso de biopolímeros como materiales sostenibles y eficientes en el tratamiento de aguas contaminadas, enfocándose en su aplicación como adsorbentes, agentes floculantes y matrices para sistemas híbridos con nanopartículas. Se describen biopolímeros naturales como la quitina, quitosano y celulosa, así como biopolímeros microbianos como el PHA, destacando sus propiedades fisicoquímicas, capacidad de modificación superficial y compatibilidad ambiental.

Se presentan estudios de casos que demuestran su efectividad en la remoción de metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes como fármacos y microplásticos. Además, se discuten métodos de síntesis y funcionalización, desde técnicas de gelificación iónica hasta la incorporación de óxidos metálicos (ZnO, TiO₂) o arcillas para mejorar su selectividad y estabilidad.

Se analizarán los desafíos para su escalamiento industrial, incluyendo la regenerabilidad, la resistencia mecánica y el análisis de ciclo de vida, proponiendo estrategias para integrar estos materiales en sistemas de tratamiento, especialmente en comunidades rurales y zonas con recursos limitados

Keywords: contaminantes en agua, biopolímeros, tratamiento de agua

Presenting author's email: jcam@xanum.uam.mx

Ahumada Andrade, Kevin G. S7-abs024
Alcalá Sánchez, Daniel S7-abs028
Alcaraz Espinoza, José Jarib S7-abs007, S7-abs029
Aldeco Pérez, Eugenia Josefina S7-abs023
Almaraz Vega, Ernesto S7-abs001
Alvarado Ibarra, Juana S7-abs015
Antolin Ceron, Victor Hugo S7-abs018
Aranda Garcia, Francisco José S7-abs032
Astudillo Sanchez, Pablo Daniel S7-abs018
Avila Guerrero, Jose Juan S7-abs033
Ávila Niño, José Antonio S7-abs023
Avila Raya, Ivan S7-abs003
Barajas Cervantes, Alfonso S7-abs024
Blancas Flores, Jose Miguel S7-abs018
Bonilla Cruz, José S7-abs006
Briones Magallanes, Jael Arlen S7-abs006
Burrola Nuñez, Heidy S7-abs014
Caballero Moreno, Eder Armando S7-abs004
Cabello Romero, Judith S7-abs025
Cabello Romero, Judith Nazareth S7-abs029
Cabrera Sagrero, Yara Patricia S7-abs013, S7-abs012
Calle Zuleta, Juliana S7-abs015
Canche Escamilla, Gonzalo S7-abs002
Cannata Cárdenas, Alessandra S7-abs013, S7-abs012
Cardoso, Judith S7-abs013, S7-abs012, S7-abs011
Casillas Calzadilla, Gabriela Olivia S7-abs010
Castañeda Nolasco, Gabriel S7-abs004
Castillo Ortega, María Mónica S7-abs026
Ciprian Velazquez, Rolando Jaivet S7-abs032
Cornejo Ramirez, Yaeel Isbeth S7-abs020
Cruz Cruz, Guillermo Jesús S7-abs017
Cruz Morales, Dr. Jorge Armando S7-abs010
del Castillo Castro, Teresa S7-abs026
Duarte Aranda, Santiago S7-abs002
Elizalde, Luis Ernesto S7-abs025
Encinas Encinas, José Carmelo S7-abs015
Espínola Portilla, Fernando Enrique S7-abs033
Estudillo Castelan, Itzel S7-abs030
Flores Pena, Susan Abigail S7-abs007, S7-abs025
Forero Sandoval, Ivan Yecid S7-abs002
Fortiz Hernández, Judith S7-abs008
Gamero, Prócoro S7-abs027
Garcia, Kassandra S7-abs006
Garcia Beltran, Julio Alfredo S7-abs020
García Enríquez, Salvador S7-abs020
Gómez Monge, Rodrigo S7-abs003
González, Ignacio S7-abs007, S7-abs029
González Díaz, María Ortencia S7-abs031
Gonzalez Tellez, Nadia S7-abs017
Gutiérrez Flores, Dra. Carina S7-abs010

Gutiérrez Flores, Dra. Selena S7-abs010
 Hernandez Ahuactzi, Iran Fernanando S7-abs018
 Hernandez Martinez, Diego S7-abs020
 Hernández Martínez, Hugo S7-abs023
 Jiménez Regalado, Enrique S7-abs029, S7-abs025, S7-abs007
 Lara Cenicerros, Tania E. S7-abs006
 Lemus Solorio, Alfonso Lemus Solorio S7-abs003
 Lemus Solorio, Martha Angélica S7-abs003
 Llamas Medina, José de Jesús S7-abs032
 López, Arely S7-abs027
 Madera Santana, Tomás Jesús S7-abs008
 Maldonado Textle, Hortensia S7-abs029, S7-abs025, S7-abs007
 Martínez Bernal, Bryan Giovanny S7-abs005
 Martínez Ruvalcaba, Agustín S7-abs001
 Mcgorty, Ryan S7-abs006
 Mejía Cuero, Maria del Rosario S7-abs017
 Mendizábal Mijares, Eduardo S7-abs005
 Mercado Ruíz, Jorge Nemesio S7-abs008
 Meza Gordillo, Rocío S7-abs004
 Miron, Ricardo S7-abs007
 Miron Velázquez, Ricardo S7-abs029
 Morales, Jesús Antonio S7-abs014
 Moreno, Ricardo S7-abs013, S7-abs012
 Moreno Corral, Ramón Alfonso S7-abs014
 Moreno Medrano, Edgar David S7-abs033
 Moscoso Sánchez, Francisco Javier S7-abs032
 Naranjo López, Edgar José S7-abs005
 Olayo González, Ma. Guadalupe S7-abs017
 Olvera Garza, Lilian Iraís S7-abs021, S7-abs023
 Ortega Cordova, Raul S7-abs033
 Pelayo Vázquez, José Benito S7-abs033
 Pérez Camacho, Odilia S7-abs027
 Pérez García, María Guadalupe S7-abs022, S7-abs033
 Pérez Fonseca, Aida Alejandra S7-abs024
 Quiroz Castillo, Jesus Manuel S7-abs008, S7-abs020
 Ramos Sanchez, Guadalupe S7-abs029
 Ramos Sanchez, J. Guadalupe S7-abs007
 Recio Colmenares, Carolina Livier S7-abs033
 Reyes Aguilar, Juana S7-abs032
 Robledo Ortiz, Jorge Ramón S7-abs024
 Rodrigue, Denis S7-abs034
 Rodríguez Félix, Dora Evelia S7-abs014, S7-abs026, S7-abs020
 Rodríguez Félix, Francisco S7-abs014
 Rodríguez Lomelí, Justo Alonso S7-abs001
 Rosales Ibarra, Alejandra Patricia S7-abs028
 Ruíz Torres, Raúl Pavel S7-abs004
 Sánchez Díaz, Juan Carlos S7-abs024, S7-abs001
 Santana, Stephania S7-abs031
 Santos Saucedá, Irela S7-abs026
 Saray Beas, Manuel S7-abs009

Sedano De la Rosa, César S7-abs032
Serralta Macías, José de Jesús S7-abs028
St Thomas, Claude S7-abs025
St. Thomas, Claude S7-abs007, S7-abs029
Sulub Sulub, Rita del Rosario S7-abs031
Tapia Picazo, Juan Carlos S7-abs028
Tavera Ochoa, Rodrigo S7-abs003
Val Félix, Luis Ángel S7-abs008
Vargas, Gregorio S7-abs027
Vargas Hernandez, Diana S7-abs020
Vázquez Fletes, Roberto Carlos S7-abs034
Velasco Ramírez, Sandra F. S7-abs024
Verdugo Oyama, José Alfredo S7-abs016
Yam Cervantes, Marcial S7-abs031