



ABSTRACTS

**S3. Síntesis, Caracterización y Modelamiento
de Polímeros. Simposio en honor del Dr.
Ramiro Guerrero Santos**

S3. Síntesis, Caracterización y Modelamiento de Polímeros. Simposio en honor del Dr. Ramiro Guerrero Santos

Symposium Organizers:

María Ortencia González Díaz CICY
Lucero Rosales Universidad Autónoma de Coahuila

S3-abs021 Invited Talk

MODELADO Y CONTROL DE LA COMPOSICIÓN DE COPOLÍMEROS USANDO EL MÉTODO DE LA PROPIEDAD INSTANTÁNEA EN DIFERENTES QUÍMICAS DE POLIMERIZACIÓN

Enrique Saldívar Guerra¹, Ricardo López-González¹, Diana Berenice Esqueda-Velázquez¹

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

El método de la propiedad instantánea [1,2] se ha utilizado por varias décadas en la síntesis de moléculas de polímero de arquitectura definida para el control de las características estructurales críticas de estos materiales, en particular, para el control de la distribución de pesos moleculares y/o la composición del copolímero [2].

A través de los años, en nuestro grupo hemos aplicado esta técnica en procesos de polimerización en emulsión y, más recientemente, en polimerizaciones aniónica y por apertura de anillo. En esta plática revisaremos este método, demostraremos su aplicabilidad en diferentes químicas de polimerización y discutiremos nuestros resultados recientes en polimerización aniónica y en polimerización por apertura de anillo. El objetivo en este último caso fue sintetizar un copolímero aleatorio de poliéster (poli(epsilon caprolactona-co-brasilato de etileno)) de composición constante, con cristalinidad reducida, para controlar su velocidad de degradación hidrolítica vía la distribución uniforme del comonomero de cadena larga (brasilato de etileno) a lo largo de la cadena copolimérica.

[1] D.J. Kozub, J.F. McGregor, Chem. Eng. Sci. 1992, 47(4), 929.

[2] E. Saldívar, W.H. Ray, AIChE J. 1997, 43(8), 2021.

Keywords: Método de la Propiedad Instantánea, Copolímeros de poliéster, Control de composición

Presenting author's email: enrique.saldivar@ciqa.edu.mx

S3-abs001

THE INFLUENCE OF DEPROPAGATION ON PEGMA9 SOLUTION RADICAL HOMOPOLYMERIZATION AND COPOLYMERIZATION WITH DEAEMA

Iván Zapata González¹, Robin A. Hutchinson², Javier Francsico Enriquez Medrano³, Judith Cabello-Romero³,

Roman Torres Lubián³

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Queens University, Department of Chemical Engineering, Canada. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular, Mexico.

While it is known that the synthesis of bottlebrush polymers is influenced by depropagation even at low temperatures, the effects of the monomer/polymer concentration and copolymer composition on this phenomenon have not been studied. Thus, free-radical homo and copolymerization of poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate (PEGMA9, M_n 500 g mol⁻¹) with 2-(diethylamino)ethyl methacrylate (DEAEMA) at a low initial PEGMA9 concentration was investigated using in situ ¹H-NMR spectroscopy at 65 °C in CDCl₃. Depropagation influences PEGMA9 homopolymerization kinetics at this low temperature due to the bottlebrush conformation of the polymer, with the equilibrium PEGMA9 concentration ($[M]_{eq}$) dependent on the initial monomer concentration ($[M]_0$). With $[M]_0 = 173$ mM, an $[M]_{eq}$ value of 81.7 mM was estimated, corresponding to an equilibrium constant of $K_{eq} = 12.2$ M⁻¹. However, increasing $[M]_0$ to 370 mM lowered $[M]_{eq}$ to 46 mM with an equilibrium constant of $K_{eq} = 21.7$ M⁻¹, an effect attributed to the influence of the poly(PEGMA9) concentration on the backbone chain flexibility that modifies the enthalpic and entropic properties of the reaction system. The copolymerization reactivity ratios of $r_{DEAEMA} = 1.66 \pm 0.01$ and $r_{PEGMA9} = 0.68 \pm 0.003$ were estimated by fitting the variation in the comonomer composition with overall monomer conversion without considering the influence of depropagation. New dynamic models were formulated to represent composition drift with conversion in the presence of depropagation (Lowry Case I and Case II). However, these representations led to significant differences between experimental data and the model, indicating that PEGMA9 depropagation does not influence the copolymerization system, likely due to the disruption of the poly(PEGMA9) bottlebrush conformation by the insertion of DEAEMA units that generates more flexible copolymer backbone chains.

Keywords: PEGylated polymers, Depropagation, Smart materials

Presenting author's email: ivan.zapata@ciqa.edu.mx

S3-abs004

MODELING OF THE CONCURRENT TANDEM FREE-RADICAL POLYMERIZATION: COPOLYMERS VIA In-SITU MMA TRANSFORMATION FROM THE DEAEMA TRANSESTERIFICATION WITH ETHANOL

Porfirio López-Domínguez¹, Iván Zapata González¹, Enrique Saldívar Guerra¹

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

The macroscopic material properties of copolymers are largely affected by microscopic properties such as copolymer composition (the amount of each monomer in the polymer chain) and chain length (number of monomeric units). Copolymers that have used 2-(diethylamino)ethyl methacrylate (DEAEMA) as comonomer are applied in biomedicine, water remediation, CO₂ separation and stabilizers for emulsions and dispersions. A kinetic model is very useful for the prediction of polymer properties and to meet target properties. In the present work, a mathematical model for the FRC of DEAEMA with MMA promoted by transesterification of DEAEMA with methanol based on the continuous variable approximation (CVA) approach is implemented.

The numerical solution and fitting of unknown kinetic rate coefficients are implemented in the Matlab software. Five experimental cases are addressed, in which the effect of both initiator (AIBN) and alcohol (CH₃OH) on the monomer conversion, copolymer composition, unreacted monomer concentration and molar mass averages are studied.

Keywords: copolymerization, DEAEMA, modeling

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

S3-abs002

TRANSESTERIFICATION OR POLYMERIZATION? MECHANISM AND KINETICS OF 2-(DIETHYLAMINO)ETHYL METHACRYLATE WITH METHANOL AND ITS COMPETITIVE EFFECT ON FREE-RADICAL POLYMERIZATION

Iván Zapata González¹, Roman Torres Lubián², Adrián Ochoa Terán³, Javier Francsico Enriquez Medrano², Judith Cabello-Romero², Jesús Jara Cortéz⁴

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular, Mexico. ³Tecnologico Nacional de Mexico/Instituto Tecnológico de Tijuana, CGIQ, Mexico. ⁴Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Académica de Ciencias Básicas e Ingeniería, Mexico.

A wide range of stimuli-response materials have emerged over the past few decades, and ternary amino containing methacrylates (TAMAs) form an integral part of their synthesis. In this work the transesterification of 2-(diethylamino)ethyl methacrylate (DEAEMA) with methanol to give rise to methyl methacrylate (MMA) and 2-(diethylamino)alcohol, is studied by Density Functional Theory (DFT) calculations and in-situ ¹H-NMR measurements. A transesterification mechanism is proposed, involving the protonation of amino group by the H atom of methanol and the subsequent formation of an intermediate. Additionally, the cooperative effect of the methanol molecules in the transesterification process is plausible to explain the low energy barriers found experimentally. A second-order reaction was used to study the transesterification kinetic, and the Arrhenius parameters (A and E_a) are reported as function of the percent of DEAEMA in methanol (wM0, wt%). The competition between the transesterification and the (co)polymerization between DEAEMA and the MMA transesterification product, using a 2,2'-azobis(2-methylpropionitrile) (AIBN) as initiator at 70 °C, has been analyzed. When polymerizations are conducted in a low DEAEMA proportion with the molar ratio DEAEMA: methanol = 1: 46, a high MMA copolymer composition, as high as 60 mol% in 17 hr, is estimated in the mixture of copolymers and homopolymers. However, when polymerizations are conducted in high DEAEMA proportion with an equimolar ratio DEAEMA: methanol = 1: 1, the transesterification is mostly avoided and the poly(DEAEMA-co-MMA) only presents 2 mol% of MMA copolymer composition, being principally poly(DEAEMA) and preserving its amino functionality. The copolymer composition can also be tuned by the modification of the molar ratio of DEAEMA: AIBN, which directly incises on the polymerization rate. Therefore, this work provides guidelines for synthesis of well-defined DEAEMA copolymers in alcoholic media, in which the DEAEMA transesterification should be discussed.

Keywords: DEAEMA, Copolymerization, Smart materials

Presenting author's email: ivan.zapata@ciqa.edu.mx

S3-abs016 Invited Talk

MEMBRANAS DE MALLAS MOLECULARES PARA SEPARACIÓN DE GASES

Manuel Aguilar-Vega¹

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

La separación selectiva de gases es económica y ambientalmente importante en algunos procesos industriales particularmente la eliminación de CO₂ del gas natural o en plantas de carbón, separación de oxígeno y nitrógeno del aire, o la separación de H₂ para ser usado como combustible, entre otros procesos. La tecnología de membranas es un proceso eficiente para el desarrollo de sistemas de separación de gases que sean funcionales eficientes y de bajo costo. Esta tecnología puede sustituir otras como absorción, adsorción o sistemas criogénicos que se usan comercialmente pero presentan un mayor costo. Durante las últimas décadas se han realizado amplios esfuerzos para diseñar materiales poliméricos para preparación de membranas que presenten un buen flujo de gas con una capacidad de separación aceptable para procesos industriales. Los resultados indican que las membranas poliméricas presentan limitaciones debido a que reducen su flujo al aumentar la presión y no resisten temperaturas de trabajo por encima de 150 C. Además tienen un límite intrínseco que cuanto mayor sea el flujo que presenta la membrana menor es su capacidad de separación de gases. Por otra parte, las membranas de Mallas Moleculares de Carbón (MMC), obtenidas a partir de precursores poliméricos mediante un proceso de pirolisis controlada, presentan microporosidad que permita aumentar la capacidad de flujo y se nota un aumento en la separación de gases. Las membranas MMC están compuestas de una distribución de microporos y ultramicroporos que controlan el flujo y la separación de gases; por tanto, las membranas MMC presentan propiedades que aventajan las de las membranas poliméricas. Cuanta ventaja pueden lograr las membranas MMC a su vez dependen de la estructura de los polímeros precursores y de las condiciones de pirolisis usadas para su preparación. En esta plática se presentan los esfuerzos recientes de nuestro grupo sobre la síntesis de algunos polímeros altamente aromáticos, y sobre los efectos que las diferencias en la estructura polimérica del polímero precursor de las membranas MMC tienen sobre sus propiedades finales de transporte y separación de gases.

Keywords: membranas, mallas moleculares, separación de gases

Presenting author's email: mjav57@gmail.com

S3-abs018 Invited Talk

DINÁMICA MOLECULAR PARA EL ESTUDIO DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS

Rodolfo Cruz Silva¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Transformación de Plásticos, Mexico.

El uso de membranas poliméricas va en aumento debido a la creciente necesidad de agua pura. La dinámica molecular es una herramienta que permite la simulación computacional de las membranas poliméricas, así como el diseño y estudio de estas membranas con mayor profundidad. Por una parte, el estudio de la difusión del agua y sales a través de las membranas, permite entender la permeación y el rechazo. Por otra parte, el estudio de la adhesión de contaminantes en la superficie de las membranas permite predecir su ensuciamiento (fouling) y su vida útil. En años recientes el incremento en capacidad computacional ha

permitido que el uso de dinámica molecular como herramienta de simulación de polímeros se haya popularizado. En esta plática, mostraremos algunos casos de estudio basados en membranas de poliamida, donde estudiamos la adhesión de proteínas, como la lisozima y la albúmina de suero bovino; sales como el carbonato de calcio; y materia orgánica como el ácido húmico y el alginato. Presentaremos también un mecanismo para construir y parametrizar nuevos polímeros entrecruzados, que tradicionalmente son difíciles de simular. Finalmente, se discutirán algunas técnicas de simulación, las necesidades de hardware, así como el software disponible que permite a cabo realizar las simulaciones.

Keywords: química computacional, fouling, membranas poliméricas

Presenting author's email: rodolfo.cruz@ciqa.edu.mx

S3-abs012

INCREMENTO DEL PERFIL SUSTENTABLE DE RESINAS POLIÉSTER INSATURADO DERIVADAS DE PET MEDIANTE EL USO DE MIRCENO COMO DISOLVENTE REACTIVO

Juan José Martínez Tavitas¹, Heriberto Rodríguez Tobías¹, Ramón Enrique Díaz de León Gómez¹, José Alejandro Díaz Elizondo¹, Hortensia Maldonado-Textle²

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

El mirceno exhibe características que le han permitido sustituir el estireno en la síntesis de nuevos polímeros, cuyas propiedades finales han resultado adecuadas para su uso en materiales elastoméricos. Debido a esto surge el interés de usar el mirceno como sustituto de estireno en resinas poliéster insaturado derivadas de desechos de PET, con el objetivo de incrementar el perfil sustentable. En este sentido, el presente trabajo abarca la síntesis de resinas poliéster con dos contenidos de subproductos de la glicólisis de PET, las cuales fueron diluidas en diferentes proporciones de estireno/mirceno. La síntesis de resinas se complementó con el estudio del avance de la polimerización y caracterización, tanto de los productos de la glicólisis como de la policondensación, mediante técnicas como cromatografía de permeación en gel y resonancia magnética nuclear. Asimismo, se evaluó el efecto del mirceno sobre la viscosidad de las resinas y se estudió el comportamiento de curado mediante la determinación del tiempo gelificación y curado. Se espera que los resultados obtenidos ofrezcan un marco de referencia para el desarrollo de resinas poliéster con menos contenido de estireno, contribuyendo así a mitigar la emisión de contaminantes.

Keywords: Poliésteres insaturados, Mirceno, Polimerización

Presenting author's email: juan.martinez.m23@ciqa.edu.mx

S3-abs010

HARNESSING TERPENES FOR THERMOSETTING POLYMERS DEVELOPMENT: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF MYRCENE-MODIFIED UNSATURATED POLYESTER

Heriberto Rodríguez Tobías¹, Francisco Javier Enriquez Medrano², Hortensia Maldonado-Textle², Ramón Enrique Díaz de León Gómez¹

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

en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

Myrcene shows great potential for developing new polymer-based materials, potentially matching or surpassing the properties of existing alternatives. This study explores the synthesis and application of a myrcene-based monomer in the synthesis of unsaturated polyesters, aiming to fully understand its impact on the polymerization process, curing stages, and the ultimate properties of the resulting materials. The polymerization involving various quantities of myrcene-based monomer with phthalic anhydride, maleic anhydride, propylene glycol, ethylene glycol, and diethylene glycol demonstrated similar trends in conversion rates, molecular mass, and molecular mass distributions of the produced unsaturated polyesters. Moreover, detailed analysis using ^1H NMR spectroscopy revealed unique characteristics in the chemical structure of myrcene-modified unsaturated polyesters. Additional investigations, including rheological tests, dynamic and isothermal differential scanning calorimetry, dynamic mechanical analysis, and thermogravimetric analysis, provided deeper insights into the relationship between the developed macromolecular structures and their final performance. These analyses examined the curing behavior, thermomechanical properties, and thermal stability of myrcene-modified unsaturated polyesters, both as solutions in styrene and as highly cured materials.

Keywords: Unsaturated polyesters, Myrcene, Polymerization

Presenting author's email: heriberto.rodriquez@ciqa.edu.mx

S3-abs027

SÍNTESIS DE ADUCTOS BASE ALCOXIAMINAS HACIA LA OBTENCIÓN DE OLIGÓMEROS DE SECUENCIA DEFINIDA.

Melisa Trejo¹, Tania Ernestina Lara-Ceniceros¹, Roman Torres Lubián², Ramiro Guerrero-Santos², Luis Ernesto Elizalde², José Bonilla-Cruz¹

¹CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Nano and Microadditive Manufacturing of Polymers and Composite Materials Laboratory, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

La síntesis de macromoléculas con una secuencia definida es de gran interés debido a la posibilidad de modificar las propiedades de un material polimérico. En este contexto, la inserción secuencial de monómeros (Single Unit Monomer Insertion, SUMI) mediada por alcoxiaminas, es una alternativa poco explorada para la obtención de oligómeros de secuencia definida. En este trabajo, se presentan los avances en el diseño de una ruta de síntesis para la adición controlada de monómero tomando como punto de partida la síntesis de alcoxiaminas. De esta forma se sintetizaron las alcoxiaminas de 1-(2-cloro-1-feniletoxi)-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (CST) y 1-(2-bromo-1-feniletoxi)-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (BST) a partir de sus respectivas sales de oxoamonio. Cada uno de los productos se caracterizó mediante FT-IR y ^1H -RMN para comprobar su estructura. El uso de alcoxiaminas como especies iniciadoras en la adición de monómeros vinílicos han demostrado ser candidatos adecuados para la obtención de dímeros que permitan obtener oligómeros con secuencia definida.

Keywords: Alcoxiaminas, secuencia definida, adición controlada

Presenting author's email: melisa.trejo@cimav.edu.mx

S3-abs039

POLYBENZIMIDAZOLES AND TR-POLYMERS: SYNTHESIS & GAS TRANSPORT PROPERTIES

Larissa Alexandrova¹, Carla Aguilar-Lugo², Mario Rojas-Rodriguez³, Miriam Garcia-Vargas³, María Ortencia González Díaz⁴, Manuel Aguilar-Vega⁴

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones En Materiales, Mexico. ²Univeridad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones de Materiales, Mexico. ³Univeridad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Materiales, Mexico. ⁴Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Mexico.

Separation of gases via membrane technology is an energy efficient and enviroment-friendly process, where the characteristics of the membrane play a key role. Thus, demand for new polymer membranes with enhanced gas-transport properties has been growing during the last decade. The intrinsic permeability - selectivity trade off together with the low processability and plasticization resistance are the main obstacles for many high performance polymers to be applied as membranes.

Aromatic polybenzimidazoles (PBIs) are exceptionally robust material remaining stable even in very aggressive environments. Generally, PBIs have good intrinsic selectivity, particularly for CH_4/CO_2 gas pair but low permeability. In contrast to polyimides, which also have high gas selectivity, PBIs don't suffer the plastization and much better maintain their dimensional stability, but it is difficult to modify their structures to improve the permeability due to severe conditions of their synthesis. However, in the last decade important progress has been made in the synthesis and modification of PBIs. Here we would like to report our last data on PBI synthesis. The formation of self-supported carbon molecular sieve membrane based on PBI precursors with excellent separation performance, that largely surpass the Robeson 2008 upper-bound for several gas pairs, will also be reported.

On the other hand, it has been shown that polyimides containing hydroxyl groups in ortho position(o-HPIs), could be thermally rearranged into polybenzoxazoles (TR-PBOs) giving polymers with exeptionally good thermostability and gas transport properties. We would like to report a novel family of o-HPIs with high molecular weights. TR process for these o-HPIs and gas transport properties of thus obtained novel TR-PBOs will be discussed.

Keywords: polybenzimidazole, TR-polymers, polyimide

Presenting author's email: carla.aguilar@iim.unam.mx

S3-abs040

INFLUENCIA DE LOS TENSOACTIVOS NO-IÓNICO Y MEZCLA NO-IÓNICO/ANIÓNICO SOBRE LA POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN DE MONÓMEROS ACRÍLICOS

Jorge Carlos Ramírez Contreras¹

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

La polimerización en emulsión es un proceso comercial que se utiliza para preparar resinas acrílicas en el área de pinturas, recubrimientos y adhesivos. Debido a lo anterior, hoy en día es un proceso novedoso que se continúa investigando con el fin de optimizar algunas variables del proceso, como por ejemplo, el uso de los tensoactivos para mantener la estabilidad coloidal del sistema. Por ello, en el presente trabajo se estudia la influencia que tienen el tensoactivo Disponil A3065 (no-iónico) y la mezcla no-iónico/Disponil FES32IS (aniónico), sobre la polimerización en emulsión de acrilato de butilo/metacrilato de metilo (BuA/MMA). El estudio considera el uso de tensoactivo no-iónico y la mezcla no-iónico/aniónico desde el inicio de la polimerización, hasta llevar a cabo adiciones de tensoactivo aniónico a tiempos previamente establecidos en polimerizaciones con tensoactivo no-iónico para generar la mezcla. El enfoque es evaluar la evolución de la conversión y estabilidad coloidal del sistema (diámetro y número de partículas) en resinas con diferente contenido de polímero disperso. Al respecto, en las resinas con un contenido de polímero bajo y moderado, se encuentra que el uso de la mezcla no-iónico/aniónico al inicio de la polimerización incrementa la conversión de monómero a polímero a un tiempo dado, debido a la formación de un mayor número de partículas de menor tamaño que al utilizar tensoactivo no-iónico solo; no obstante, los sistemas con la mezcla pueden presentar coagulación limitada de partículas durante la polimerización. En cambio, en las resinas con un contenido de polímero moderado donde la polimerización inicia solamente con tensoactivo no-iónico y posteriormente, se llevan a cabo una o varias adiciones de tensoactivo aniónico para generar la mezcla, se encuentra que la estabilidad coloidal de las partículas mejora significativamente. En esta investigación se destaca la importancia que tiene la manera de utilizar los diferentes tensoactivos al incrementar el contenido de polímero disperso, con el fin de mejorar la estabilidad coloidal de las partículas.

Keywords: Polimerización en emulsión, Tensoactivos, Estabilidad coloidal

Presenting author's email: jorge.ramirez@ciqa.edu.mx

S3-abs020

(CO)POLIMERIZACIÓN EN MINIEMULSIÓN DE MONÓMEROS METACRÍLICOS: EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE INICIADOR Y TENSOACTIVO

Rony Alexis Maldonado Carranza¹, Francisco Javier Enriquez Medrano¹, María Esther Treviño-Martínez¹, Beatriz Elvira Reyes Vielma¹, Luis Osvaldo García Molina²

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Materiales avanzados, Mexico.

Nanopartículas poliméricas (NPPs) de poli(metacrilato de metilo-co-ácido metacrílico), P(MMA-co-MAA), fueron preparadas por una polimerización en miniemulsión, a partir de una mezcla de los monómeros MMA/MAA con una relación molar 67/33. Se estudió el efecto de la concentración de tensoactivo (dodecilsulfato de sodio, SDS) e iniciador (peróxido de benzoílo, BPO) sobre la tasa de polimerización, el diámetro promedio de partículas (D_p) y número de partículas (N_p). En las reacciones llevadas a cabo, se alcanzaron conversiones de 83 a 96 % y valores de D_p entre 34 y 87 nm. Se observó una relación directa entre la [BPO] y la conversión final de monómeros cuando se mantuvo constante la [SDS]. Por otro lado, el D_p determinado por dispersión de luz dinámica mostró una relación inversa con la [SDS]. El N_p se mantuvo constante con el avance de la reacción al utilizar valores bajos e intermedios de la [SDS]; lo cual concuerda con lo comúnmente reportado para una polimerización en miniemulsión. Sin embargo, se observó un incremento del N_p al incrementar la [SDS], por lo que se asume una nucleación secundaria que, en principio, no corresponde al mecanismo de una polimerización en miniemulsión. Debido a que se trabajó en un proceso por lotes, se presentó una ligera deriva en la composición molar del copolímero (determinada por ¹H-RMN en DMSO-d₆) con el avance de la reacción. Se determinó una relación molar de MMA/MAA igual a 77/23 para el copolímero obtenido al 5 % de conversión. Esta variación en la composición del copolímero durante el transcurso de la reacción se debe a la mayor reactividad del MMA. Además, al tratarse de una polimerización en un medio heterogéneo, la alta solubilidad del MAA en el agua, también tuvo un efecto importante porque varió la composición de la mezcla de monómeros en el sitio de la reacción. Las NPPs fueron complementariamente caracterizadas mediante microscopía electrónica de transmisión. Las NPPs preparadas en esta investigación están siendo evaluadas como acarreadores inteligentes, en el cargado y liberación de insulina, curcumina y otros compuestos bioactivos.

Keywords: nanopartículas poliméricas, miniemulsión, monómeros metacrílicos

Presenting author's email: rony.maldonado.d22@ciqa.edu.mx

S3-abs023

NANOPARTÍCULAS DE COPOLÍMEROS ACRÍLICOS CARGADOS CON CURCUMINA MEDIANTE POLIMERIZACIÓN IN SITU; PREPARACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN COMO SISTEMAS DE LIBERACIÓN

Elizabeth Reyes de la Cruz¹, Beatriz Elvira Reyes Vielma¹, Luis Osvaldo García Molina², Javier Francsico Enriquez Medrano¹, María Esther Treviño-Martínez¹

¹CONAHCyT-CIQA, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ²CONAHCyT-CIQA, Materiales avanzados, Mexico.

Se prepararon, empleando la técnica de Polimerización en Heterofase en Semicontinuo (SHP), nanopartículas del copolímero poli(metacrilato de metilo-co-ácido metacrílico) en dos diferentes relaciones molares 1:1 y 2:1 (C1 y C2); la composición de estos copolímeros corresponde a la de los copolímeros comerciales Eudragit L100 y Eudragit S100, respectivamente. Las polimerizaciones se llevaron a cabo en presencia de curcumina (CUR), para lograr su encapsulamiento, utilizando persulfato de amonio (APS) como iniciador y una mezcla de dodecilsulfato de sodio con bis-(2-etilhexil) sulfosuccinato de sodio (SDS:AOT = 3:1 peso) como tensoactivo.

Se utilizó también n-dodecanotiol como un agente de transferencia de cadena (CTA) con el propósito de estudiar el efecto de su concentración (0.5, 1 y 3% peso con respecto al monómero) sobre la cinética de polimerización, el peso molecular de las cadenas de copolímero y la cinética de la liberación de la CUR. Independientemente de la composición de la mezcla de monómeros y de la concentración de CTA ([CTA]), en todos los casos se lograron conversiones finales superiores al 98 %. Sin embargo, la tasa de polimerización mostró un efecto inverso con la [CTA] y este efecto fue más notorio para el caso de C1. La disminución en el peso molecular promedio número con el incremento en la [CTA] se vio reflejada en una mayor tasa de liberación de la CUR a pH de 7.4.

Keywords: nanopartículas poliméricas, curcumina, liberación controlada de fármacos

Presenting author's email: liz.92.rey@gmail.com

S3-abs022

MEMBRANAS ANIÓNICAS DE COPOLÍMEROS DE ACETATO DE VINILO Y EL LÍQUIDO IÓNICO VINIL-BUTIL IMIDAZOLIO (PVAC-CO-PVBIT): SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y CONDUCTIVIDAD IÓNICA

Mónica Stephen Correa Durán¹, Manuel Aguilar Vega¹, María Ortencia González Díaz¹, José Manuel Cervantes Uc², Humberto Vázquez Torres³, María Isabel de Los Dolores Loria Bastarrachea¹, Rita del Rosario Sulub Sulub¹

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Laboratorio de Membranas, Mexico. ²Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Biomateriales, Mexico. ³ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Física, Mexico.

Las membranas de intercambio aniónico son una tecnología prometedora para la purificación de agua y la generación de energía, se pueden usar en procesos como la desalinización por ósmosis inversa, electrodiálisis inversa y producción de energía en celdas de combustible. En este trabajo se sintetizaron tres membranas poliméricas de intercambio aniónico mediante la copolimerización por radicales libres de acetato de vinilo (VAc), con el monómero líquido iónico tetrafluoroborato de 1-(4-vinilbencil)-3-butilimidazolio (VBIT). El monómero VBIT y los copolímeros PVAc-co-PVBIT a diferentes proporciones molares (70:30, 64:36 y 60:40) se caracterizaron fisicoquímicamente a partir de espectroscopia FTIR, ¹H-NMR y ¹³C-NMR. Los resultados de DSC y TGA mostraron que los copolímeros PVAc-co-PVBIT exhiben Tg y estabilidad térmica intermedia a sus homopolímeros. Las membranas de PVAc-co-PVBIT mostraron una alta absorción de agua (165-631 %), capacidad de intercambio iónico, IEC, entre 2.11 – 2.52 meq g⁻¹ y conductividad iónica, σ , alrededor de 1.9 y 5.0 x 10⁻² mS cm⁻¹. En la mayoría de los casos, los valores de conductividad iónica (σ) e (IEC) fueron iguales o superiores a los reportados para membranas aniónicas comerciales o que contienen líquido iónico. La capacidad de formar membranas, la estabilidad térmica, la capacidad de intercambio iónico y los valores de conductividad iónica de los copolímeros de PVAc-co-PVBIT los sitúan como un material prometedor para la preparación de membranas aniónicas.

Keywords: Membrana aniónica, Monómero líquido iónico, Acetato de vinilo

Presenting author's email: monicacodu@hotmail.com

S3-abs029

SÍNTESIS Y PROPIEDADES DE TRANSPORTE DE GASES EN MEMBRANAS DE CARBONO DE MALLAS MOLECULARES DE ACENAFTENOQUINONA- FLUORENO

Manuel Aguilar-Vega¹, Jesús Ortiz¹, Olivia Hernández Cruz², Mikhail Zolotukhin², María Isabel de Los Dolores Loria Bastarrachea¹, Francisco Ruiz Treviño³

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Materiales, Mexico. ²Univeridad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigación en Materiales, Mexico. ³Universidad Iberoamericana, Ingeniería y Ciencias Químicas, Mexico.

En las últimas cuatro décadas la industria de separación de gases mediante membranas ha crecido de forma exponencial, el crecimiento se atribuye al rápido desarrollo de membranas más eficientes con mayor permeabilidad y selectividad. Las membranas de malla molecular de carbón (MMM) presentan excelentes propiedades de transporte, alta permeabilidad y elevadas selectividades para gases puros y mezcla de gases. Los precursores poliméricos para este tipo de membranas deben presentar alto contenido de anillos aromáticos, elevada temperatura de transición vítrea, T_g , ser químicamente estables y exhibir propiedades superiores de separación. Los polímeros sintetizados a base de Acenaftenoquinona-Fluoreno, ACF, debido a su resistencia térmica y aromaticidad son una alternativa como precursores poliméricos para la formación de membranas MMC. En este trabajo se sintetizaron polímeros altamente aromáticos de AFC y desarrollaron membranas densas y MMM pirolizadas a temperaturas de 600 y 700 °C. Se determinaron sus propiedades fisicoquímicas y de transporte de gases, así como se evaluó el efecto de la temperatura de pirolisis en sus propiedades finales de transporte de gases

Keywords: membranas, acenaftenoquinona, separación de gases

Presenting author's email: mjav57@gmail.com

S3-abs006

SIMULACIÓN DE LA CINÉTICA DE LA POLIMERIZACIÓN POR RADICALES LIBRES EN EMULSIÓN CON LA AYUDA DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Porfirio López-Domínguez¹, Iván Zapata González², Enrique Saldívar Guerra², María Esther Treviño-Martínez³

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Procecos de polimerización, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

La polimerización por radicales libres en emulsión (PE) es una técnica eficiente para la producción de látex o materiales poliméricos con muy altas masas molares con aplicaciones en recubrimientos, medicina, electrónica y fibras textiles. La PE ocurre principalmente en partículas poliméricas dispersas en agua. Con respecto al tamaño de las partículas poliméricas, cuyos diámetros pueden variar de 10 a 500 nm, la distribución de tamaños de partícula (DTP) contiene información sobre el número o volumen de partículas y sus tamaños. Conocer la forma y promedio de la DTP es importante porque afecta directamente a las propiedades del látex como la viscosidad, adhesión y tiempo de secado (Vale & McKenna, 2005) cuando el látex se usa como producto (e.g. en pinturas). Algunas técnicas experimentales para estimar la DTP incluyen dispersión dinámica de luz, microscopio electrónico de transmisión y difracción láser (Microtrac Company,

2024; Vale & McKenna, 2005). La estimación de la forma de la DTP se ha realizado usando modelos matemáticos que resultan en ecuaciones diferenciales parciales. Una manera de acelerar la simulación de la cinética es a través del uso de herramientas de la inteligencia artificial como las redes neuronales artificiales. En este trabajo se propone una red artificial para estimar la conversión y diámetro de partículas en una PE de monómeros vinílicos.

Vale, H. M., & McKenna, T. F. (2005). Modeling particle size distribution in emulsion polymerization reactors. *Progress in Polymer Science*, 30(10), 1019-1048. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2005.06.006>

Microtrac Company (2024). Analysis of particle size distribution. Retrieved May 2024 from <https://www.microtrac.com/knowledge/particle-size-distribution/#:~:text=A%20particle%20size%20distribution%20indicates,calle d%20size%20classes%20or%20fractions.&text=Quantification%20can%20now%20be%20performed,the%20tot al%20amount%20or%20weight.>

Keywords: emulsión, nanopartícula, inteligencia artificial

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

S3-abs007

NEW METHOD FOR THE ESTIMATION OF REACTIVITY RATIOS FOR FREE-RADICAL COPOLYMERIZATION THROUGH THE TRACKING OF MONOMER CONCENTRATIONS VIA IN-SITU 1H-NMR

Iván Zapata González¹, Enrique Saldívar², Roman Torres Lubián³, Judith Cabello-Romero⁴

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Department of Polymerization Processes, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular, Mexico. ⁴Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Química Macromolecular, Mexico.

The reactivity ratios (r 's) is a measure of the tendency for both comonomers in a copolymerization to show a preference for insertion into a propagating chain radical, in which the propagation rate constants are governed by the last unit of the propagating radical and monomer type. Mayo-Lewis equation (MLE) describes the instantaneous copolymer composition ($F_{inst,i}$) for most of the copolymerization systems and it is a function of r 's and the remaining monomer composition. The reactivity ratios have been estimated by using copolymer composition data at low or moderate/high conversion, being the nonlinear methods more proper to a good prediction of the r 's. Recently, the integral or differential form of the MLE has been used to improve the estimation of r 's, taking advantage of in-situ 1H-NMR spectroscopy, where the remaining monomer composition (f_i) or the copolymer composition ($F_{cum,i}$) is the dependent variable to fit. However, either f_i or $F_{cum,i}$ is quantified in NMR spectroscopy by a ratio of integration of the signals, e.g. $f_A = I_{HA} / (I_{HA} + I_{HB})$, this operation could contribute a higher experimental error on the dependent variable (f_i o $F_{cum,i}$). However, a direct measurement of the monomer consumption ($M1$ and $M2$) can be tracked throughout the copolymerization process with in situ NMR, giving as result a decrease in the experimental error degree. We report a new methodology for the estimation of r 's, in which the molar balance equations are used to fit the predicted values of r 's with the corresponding observations by dynamic optimization in the copolymerization of vinyl acetate and methyl methacrylate. It is reported that MLE is valid for this binary system, so we perform five initial monomer compositions and follow the kinetics via in-situ 1H-NMR spectroscopy. The estimated values obtained for this method is compared with those reported in the literature. Finally, the joint confident

regios are also analyzed.

Keywords: reactivity ratios, monomer balance equations, Join confident region

Presenting author's email: ivan.zapata@ciqa.edu.mx

S3-abs008

POLIMERIZACIONES EN MICROEMULSIÓN EMPLEANDO UN DISOLVENTE VERDE COMO AGENTE ANFIFÍLICO.

Lluvia Azhalea Guerrero Hernández¹, Héctor Iván Meléndez Ortiz², René Darío Peralta Rodríguez¹, Gladis Yakeline Cortez Mazatan¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Polymerization Processes, Mexico. ²CONAHCyT-CIQA, polymerization processes, Mexico.

En este trabajo, se indagó sobre el uso del líquido iónico C1EG como agente tensoactivo en polimerizaciones radicáticas en microemulsión de estireno y acetato de vinilo, debido a sus propiedades tales como biodegradabilidad y alta actividad superficial (atribuido a su estructura química con dos cabezas polares). El uso de este tensoactivo permitiría la reducción de riesgos ambientales y efectos contra la salud, comparado con los tensoactivos tradicionales que generalmente son tóxicos.

A través de la construcción de diagramas de fase ternarios se obtuvieron las concentraciones de los componentes que permitieran la delimitación de la región de microemulsión normal, se realizaron diversas polimerizaciones variando los porcentajes de iniciador (0.35 o 0.7 % p/p), estireno (2 o 4 % p/p), acetato de vinilo (3 y 6 % p/p) y temperatura de 50, 60 y /o 70 °C.

Los látex obtenidos en las polimerizaciones seleccionadas fueron caracterizados mediante diámetro de partícula hidrodinámico mediante dispersión de luz dinámica (DLS), polidispersidad, potencial Z, número de partícula, estabilidad mecánica, morfología mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Adicionalmente, los polímeros resultantes se caracterizaron mediante espectroscopía de infrarrojo (FTIR), resonancia magnética nuclear (RMN ¹H y ¹³C) cromatografía de permeación en gel (GPC), análisis termogravimétrico (TGA), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis dinámico mecánico (DMA).

Los resultados derivados en esta investigación demostraron que es posible el uso del disolvente verde C1EG como agente tensoactivo en polimerizaciones en microemulsión, logrando la reducción de la concentración de este tensoactivo (5 % p/p) necesaria para la formación de microemulsiones, comparada con la concentración requerida de otros tensoactivos convencionales (5- 25 % p/p). Esto permitió la obtención de látex con diámetros de partícula < 138 nm así como valores de potencial Z de 39-114 mV, que demuestra la estabilidad del látex con números de partículas <1.3529x10¹⁷. Adicionalmente, los poliestirenos demostraron tener un peso molecular de ~1x10⁶ Da y un valor de temperatura de transición vítrea (Tg) de ~104 °C mientras que los poliacetatos de vinilo presentaron un peso molecular de ~2x10⁵ Da y Tg de ~40 °C. Ambos polímeros presentaron propiedades fisicoquímicas similares a los obtenidos mediante polimerización con tensoactivos convencionales.

Keywords: polimerización en microemulsión, líquidos iónicos, disolvente verde

Presenting author's email: lluviaguerrero24@hotmail.com

S3-abs009

OBTENCIÓN DE COPOLÍMEROS DE METIL METACRILATO Y 3-TRIMETOXISILOLO PROPIL METACRILATO MEDIANTE POLIMERIZACIÓN RADICÁLICA.

Abner Isaías Nicanor Romero¹, Jose Manuel Mata-Padilla², Marissa Pérez Alvarez¹, Maricela García Zamora¹, Gregorio Cadenas Pliego¹, Reyna Valeria Hernandez Banda³

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Síntesis Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Transformación de Plásticos, Mexico. ³Universidad Tecnológica de Coahuila, Nanotecnología, Mexico.

Todos los materiales expuestos en agua dulce o salada o algún otro fluido (hidrocarburos, gases, aire, vapor, etc.) sufren con frecuencia un fenómeno conocido como fouling, biofouling, bioincrustación, etc., que consiste en la formación de depósitos no deseados sobre las superficies que están en contacto con dicho fluido. Para combatir este problema se usan recubrimientos a base de polímeros y en algunos casos combinados con nanopartículas metálicas. En este estudio se presentan los resultados obtenidos en la síntesis de copolímeros de metil metacrilato (MMA) con un derivado silano, las relaciones de los monómeros fueron variadas para obtener copolímeros con diferente composición y propiedades. La copolimerización se realizó empleando 1.5% de azobisisobutironitrilo (AIBN), a 70.0°C y durante un tiempo óptimo de 6 horas, en estas condiciones se lograron obtener conversiones de 85.0% a 95.2%. El peso molecular M_n de los copolímeros determinados por GPC, fueron de 11975.0 g/mol a 13363.0 g/mol. La composición de los copolímeros se determinó por RMN ¹H y se observó que la incorporación de MMA fue más favorecida, en todas las relaciones de monómeros empleados. Los copolímeros obtenidos deben ser manipulados en atmósfera inerte libre de oxígeno para evitar la hidrólisis de los grupos silanos, la prolongada exposición a oxígeno conduce a materiales poliméricos insolubles además que no presentan ningún valor como recubrimiento.

Keywords: Síntesis radicalica, Poliactrilatos, Antibiofouling

Presenting author's email: abner.nicanor.d23@ciqa.edu.mx

S3-abs015

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE POLISULFONA UDEL MODIFICADA A TRAVÉS DEL PROCESO DE NITRACIÓN

Ismael Leon Gonzalez Maldonado¹, Griselda Castruita de León¹, Angel de Jesús Montes Luna²

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Materiales Avanzados, Mexico. ²Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Mexico.

En la actualidad la modificación de polímeros es una fuente de innovación para el desarrollo de nuevos materiales. Por su amplio rango de aplicaciones, la polisulfona Udel®, de la familia de las polisulfonas, es un polímero con excelentes propiedades y desempeño fisicoquímico para el desarrollo de materiales avanzados en el área de membranas. La estructura química de la polisulfona cuenta con segmentos aril éter-sulfona que le aportan propiedades dependientes de la polaridad, haciéndola susceptible a modificaciones con reacciones de sustitución electrofílica aromática como la nitración. En el presente trabajo se realizó la post-

funcionalización de la polisulfona Udel® a través de la reacción de nitración con mezcla sulfonítrica, variando condiciones de reacción tales como la temperatura y el tiempo de reacción. La caracterización se llevó a cabo a través de FTIR-ATR, GPC y RMN. Los espectros de FTIR-ATR mostraron la aparición de una señal en el rango de 1515-1560 cm^{-1} y otra en 1340 cm^{-1} que confirmaron la presencia de grupos nitro ($-\text{NO}_2$), y cuya intensidad aumenta de manera progresiva conforme al tiempo de reacción de 0.5 hasta 3h. En GPC las curvas mostraron una reducción en el peso molecular promedio en número (M_n) y del peso molecular promedio en peso (M_w) con el aumento del tiempo de reacción, y evidenciaron la presencia de una mayor cantidad de oligómeros. Los espectros de RMN de ^1H mostraron picos con desplazamientos a campo bajo en 7.91ppm, demostrando la sustitución del anillo aromático. Las señales se intensificaron conforme al tiempo de reacción confirmando la modificación polimérica. El grupo funcional nitro ($-\text{NO}_2$) tiene carácter electro-atractor, polar y voluminoso que puede promover las propiedades adecuadas para la interacción con otras moléculas con carga. Esto permitirá su incorporación en sistemas de membranas asimétricas para evaluarlas como medio de remoción de contaminantes modelo.

Keywords: Polisulfona, Post-funcionalización, Nitración

Presenting author's email: ismael.gonzalez.m23@ciqa.edu.mx

S3-abs017

**POLIMERIZACIÓN DE METACRILATO DE 2-(DIETILAMINO)ETILO (DEAEMA) Y METACRILATO DE POLI(ETILENGLICOL) (PEGMA) EN TEMPERATURAS ALTAS VÍA RADICALES LIBRES. **

Eduardo Martínez Rivera¹, Iván Zapata González¹, Javier Francisco Enriquez Medrano², Judith Cabello-Romero², Myrna Salinas Hernández³, María Guadalupe Méndez Padilla³, José Alberto Nuncio Esquivel⁴
¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química macromolecular y nanomateriales, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Laboratorio central de instrumentación analítica, Mexico. ⁴Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de ciencias químicas, Mexico.

Recientemente, los metacrilatos que contienen grupos nitrogenados son gran interés por sus aplicaciones potenciales en diversas áreas, que van desde el campo biomédico y sistemas de administración de fármacos hasta los recubrimientos. El metacrilato de 2-(dietilamino)etilo (DEAEMA) es un ejemplo de esta familia de monómeros el cual está comercialmente disponible. Sin embargo, la toxicidad alta que posee el poli(DEAEMA) es un fuerte inconveniente para su uso como homopolímero en el cuerpo humano. Por otro lado, el metacrilato de poli(etilenglicol) (PEGMA) es un macromonomero PEGilado análogo al PEG, que se utiliza recurrentemente para injertos vía "grafting through". Los copolímeros formados con DEAEMA y PEGMA, representan una de las mejores combinaciones de comonomeros ya que exhiben propiedades únicas. Con este copolímero se aprovecha la biocompatibilidad exhibida por el PEG para enmascarar un compuesto tóxico (PEGilación). De igual manera, los polímeros que responden al pH, como el poli(DEAEMA), cambian de un estado hidrofílico en pH ácido a uno hidrofóbico en pH básico. Por lo tanto, la copolimerización de DEAEMA y PEGMA tiene la capacidad de respuesta al pH y como consecuencia su posible aplicación en la liberación de fármacos. En el presente trabajo se estudia la homopolimerización en masa y solución de DEAEMA y PEGMA vía radicales libres a temperaturas de 70, 95 y 120 °C, con el soporte de un diseño de experimentos de superficie de respuesta "BOX Behnken" de 3 niveles (temperatura, relación molar de monómero: iniciador y % sólidos) para cada uno de los monómeros antes mencionados. Las homopolimerizaciones se llevan a cabo con un iniciador térmico como el azobisisobutironitrilo (AIBN) y el 1,1'-azobis(cianociclohexano) (VAZO 88), mientras que las homopolimerizaciones en solución se llevan a cabo en presencia de xileno. Se plantea seguir

la metodología de Mohammad et al. (Siddiqui et al., 2020) para poder conocer la conversión de la polimerización en masa in situ de PEGMA y DEAEMA bajo condiciones isotérmicas en un equipo DSC Discovery series 2500, marca TA instruments, usando una atmósfera de nitrógeno. De manera simultánea, se conoce la conversión de ambas homopolimerizaciones en un equipo de RMN de 400 MHz para los experimentos en masa y solución, esto es posible ya que las señales de (O-CH₂-), tanto del monómero como del polímero no se traslapan en el espectro con las señales del iniciador y del solvente.

Keywords: Velocidad de polimerización, Cinética, Despropagación

Presenting author's email: eduardo.martinez.m23@ciqa.edu.mx

S3-abs019

SÍNTESIS DE COPOLÍMEROS TERMOSENSIBLES PNVCL/PEDEGA VÍA POLIMERIZACIÓN RAFT

Paulina Coria¹, Angel Licea Claverie¹, Jesús E. Márquez Castro¹

¹Instituto Tecnológico de Tijuana/TECNM, Centro de Graduados e Investigación Química, Mexico.

En el presente trabajo de investigación se propuso la síntesis de homopolímeros termosensibles de N-vinilcaprolactama (NVCL) vía polimerización RAFT utilizando un agente RAFT del tipo tritiocarbonato¹. La relación Mon:CTA se varió para obtener una serie de homopolímeros con diferentes pesos moleculares y también se determinó la temperatura de punto de turbidez (T_{cp}), lo que resultó en temperaturas de respuesta en medio acuoso entre 39-51 °C dependiendo del peso molecular ($C = 1$ mg/mL). Para implementar dichos materiales en aplicaciones biomédicas, como es el cargado y liberación de fármacos, es necesario desplazar la T_{cp} hacia menores temperaturas. Con este fin, se polimerizó de manera aleatoria con un 10% en mol respecto a la NVCL, el acrilato de dietilenglicol etil éter (eDEGA) (PNVCL-co-eDEGA) desplazando la T_{cp} de la PNVCL a los 35 °C, sin embargo, la distribución de pesos moleculares fue alta indicando un descontrol en la polimerización RAFT.

En la segunda etapa de este proyecto, se obtuvieron copolímeros en bloques mediante una secuencia de dos etapas de polimerización, usando el homopolímero de NVCL como macro-agente RAFT (macro-CTA). Se varió la relación Mon:macro-CTA y el tiempo de reacción para controlar el grado de polimerización y obtener copolímeros en bloques con diferentes pesos moleculares y variar el contenido de PeDEGA. Se ha reportado que el PeDEGA presenta también una T_{cp} en medio acuoso a los 10 °C². Por lo tanto, se presume que el copolímero PNVCL-b-PeDEGA se autoensambla en una estructura de núcleo-coraza en medio acuoso a 25 °C, donde el núcleo hidrofóbico es PeDEGA y la coraza hidrofílica es PNVCL, y exhibe dos temperaturas de respuesta. Resultados preliminares demostraron que uno de los copolímeros en bloques forman un autoensamble con diámetro promedio de 219 nm a 25 °C y 178 nm a 37 °C, lo que los convierte en buenos candidatos para la administración de fármacos.

En el congreso se presentarán y compararán resultados de varios copolímeros para esta temática

Keywords: Polimerización RAFT, Doble termo-respuesta, Auto-ensamble

Presenting author's email: pau.coria2901@gmail.com

S3-abs024

PREPARACION Y CARACTERIZACION DE MATERIALES DENTALES ANTIBACTERIANOS

H.a. Lobato-Aguilar¹, Wilberth Antonio Herrera Kao¹, J.a. Uribe-Calderón¹, José Manuel Cervantes Uc¹

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

En este estudio se prepararon y caracterizaron materiales compuestos dentales que liberan de manera controlada fármacos antibacterianos, con el propósito de mejorar la durabilidad de las restauraciones dentales, así como reducir la incidencia de caries secundarias. La matriz polimérica se preparó a partir de bisfenol-A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) y dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA); ambos monómeros fueron elegidos porque generan resinas dentales con alta resistencia mecánica y excelente adhesión a los tejidos dentales. Los materiales compuestos se prepararon incorporando diferentes porcentajes de paligorskita (Plg) o montmorillonita (Mnt), modificadas orgánicamente con diferentes cantidades de cloruro de benzalconio (BAC) a la matriz polimérica de Bis-GMA/TEGDMA. Estos materiales fueron caracterizados mediante pruebas de FTIR, TGA, ensayos de flexión, absorción y solubilidad en agua, además de DMA y estudios de liberación mediante espectrofotometría UV-Vis.

Los análisis de TGA y FTIR indicaron que la incorporación de BAC en las arcillas no afectó negativamente el proceso de fotocurado. No obstante, en los ensayos de flexión y solubilidad se observó una pérdida en las propiedades mecánicas y un incremento de la solubilidad al aumentar el contenido de fármaco. A bajas concentraciones de arcilla y fármaco, los compuestos presentaron un comportamiento similar al de la matriz sin relleno.

Los estudios de liberación confirmaron una liberación sostenida de los agentes antibacterianos, manteniendo una actividad bacteriostática que podría inhibir la formación de biofilm bacteriano, un factor crucial en la aparición de caries secundarias. Estos resultados sugieren que los materiales desarrollados tienen el potencial de mejorar la longevidad de las restauraciones dentales, reduciendo la necesidad de intervenciones posteriores.

Keywords: Bis-GMA/TEGDMA, Paligorskita, Compuestos dentales

Presenting author's email: gywahkao@cicy.mx

S3-abs025

SÍNTESIS DE COPOLÍMEROS CATIÓNICOS VÍA POLIMERIZACIÓN RAFT Y ANÁLISIS DE SUS PROPIEDADES ELECTROQUÍMICAS

Judith Cabello-Romero³, Fernando Ramirez-Luna¹, Abigail Vasquez Mejorado⁴, Enrique Javier Jiménez-Regalado¹, Hortensia Maldonado-Textle², Claude St Thomas¹, Lucia Fabiola Cano-Salazar⁴

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de polimerización, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, síntesis de polímeros, Mexico. ⁴Universidad Autónoma de Coahuila, Materiales Avanzados, Mexico.

El creciente aumento del uso de polímero se puede atribuir a sus propiedades químicas, mecánicas, ópticas y

térmicas las cuales están relacionadas con la composición química y estructura de los materiales poliméricos. Así mismo la modificación de características mencionadas anteriormente puede llevar a la preparación de materiales con propiedades definidas para su aplicación en áreas muy específicas. En el área energética, los polímeros catiónicos son usados como aglutinantes en baterías, sensores químicos, diodos emisores de luz, entre otros. Tomando en cuenta las propiedades antes mencionadas, los métodos de obtención de polímeros juegan un papel fundamental en la estructura del material polimérico. La técnica de polimerización RAFT es reconocido por sus ventajas y la obtención de polímeros con excelente control arquitectónico.

En este trabajo, se reporta la síntesis de homo y copolímeros catiónicos de diferentes pesos moleculares obtenidos por medio de la polimerización RAFT del cloruro de acrilamida propil trimetilamonio en presencia de ACPA, DMAT en medio acuoso y la reacción se llevó a cabo a 70°C. Se determinó la relación entre las estructuras químicas y propiedades de los polímeros mediante la caracterización vía RMN ¹H, HPLC y FT-IR, entre otros. Una vez confirmada la estructura química de los polímeros sintetizados, se realiza análisis de las propiedades electroquímicas.

Keywords: copolimeros cationicos, polimerización RAFT, baterias de ion litio

Presenting author's email: abigailvqzm@gmail.com

S3-abs026

COLD PLASMA OLIGOMERIZATION IN ARGON ATMOSPHERE FROM CARVACROL: PRODUCT FORMATION AND CHARACTERIZATION

Marian Scarlett Hernandez Gamez¹, Erick Osvaldo Martinez Ruiz², María Guadalupe Neira Velazquez³

¹Universidad Tecnológica de Coahuila, Ingeniería En Biotecnología, Mexico. ²CONAHCyT-CIQA, Química macromolecular y nanomateriales, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química macromolecular y nanomateriales, Mexico.

Carvacrol, a monoterpenoid sourced from sustainable materials like oregano, has been studied for its oxidation into compounds of increased value. This oxidation process employs a range of catalysts and oxidizing agents. Cold plasma oligomerization of carvacrol in an argon atmosphere presents an alternative to catalytic methods. From 3 mL of carvacrol, 46 mg of solid product (Pcrol) were obtained, achieving a 35 ±0.5% of selectivity. Surface examinations reveal a hydrophobic material with a meshed texture, while chemical characterization confirms the retention of functional groups, successful plasma oligomerization, and provides insights into the reaction mechanism. The results identify Pcrol as an oligomer and thermal analysis suggests it decomposes below 300 ±2.11 °C, likely due to its shorter oligomer chains.

Keywords: carvacrol, cold-plasma, oligomer

Presenting author's email: marianhernandez948@gmail.com

S3-abs031

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL COPOLÍMERO 4ACPh / 1,4PhDAC.

Irma Núñez Méndez¹

¹BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA, Posgrado En Ciencias Quimicas, Area Fisicoquimica., Mexico.

Los polímeros funcionales son una clase de materiales con propiedades específicas [1] determinada la presencia de grupos funcionales químicos. Estos grupos funcionales les otorgan a los polímeros diferente reactividad frente a distintos agentes e introducen nuevas propiedades o potencian propiedades ya presentes [2]. Estos polímeros tienen aplicaciones diversas como polímeros inteligentes, polímeros con memoria de forma, polímeros autorreparables, biopolímeros, membranas, pinturas, recubrimientos, implantes, etc. En este trabajo se reporta la síntesis y caracterización de poli (4ACPh-co-1,4PhDAC), que se obtiene por la técnica de polimerización en solución del 4 alilcarbonato fenol (4ACPh) [4], con el 1,4 Fenilendialilcarbonato (1,4PhDAC) [5] usando T22 como iniciador y dioxano como disolvente. El copolímero resultante poli (4ACPh-co-1,4 PhDAC) es un polímero polifuncional de cadena lineal, que se caracterizó por FTIR (ATR), RMN ¹ H. El cual es precursor de nuevos materiales poliméricos.

Keywords: monómero 4 alilcarbonato fenol, monómero 1,4 Fenilendialilcarbonato, Polímeros funcionales

Presenting author's email: s132.irmit@gmail.com

S3-abs032

NANOGELES A BASE DE PEGMA, DEAEMA CON Y SIN TBMA INTRINSECAMENTE FLUORESCENTES Y SI SENSIBILIDAD A pH.

Gabriela Ramos Durán¹, Iván Zapata González¹, Ricardo López-González¹, Maria Alejandra Gonzalez Urias², Karla Oyuky Juárez-Moreno³, Adrián Ochoa Terán⁴, Hened Saade Caballero⁵, Christian Leonardo Castro Riquelme⁶

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de polimerización, Mexico. ²Instituto Tecnológico de Tijuana/TECNM, investigacion, Mexico. ³Universidad Autónoma de Querétaro, investigación, Mexico. ⁴Tecnologico Nacional de Mexico/Instituto Tecnológico de Tijuana, investigación, Mexico. ⁵Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de polimerización, Mexico. ⁶universidad autonoma de baja california, Facultas de ingeniería, Mexico.

En la actualidad, se han utilizado los llamados nanovehículos de administración de fármacos para ser utilizados en aquellas terapias que requieren de imágenes para el diagnóstico de ciertas enfermedades lo cual a sido muy beneficioso en el campo de la biomedicina. Es por ello que se han reportado los sistemas llamados teranósticos, los cuales se definen como sistemas multifuncionales, es decir, la combinación de terapia sistémica y bioimagen médica en un solo vehículo para superar las variaciones indeseables en la biodistribución y la administración de fármacos (1). Dichas plataformas teranósticas multifuncionales se ha reportado por diversos autores que se pueden utilizar para el tratamiento y el diagnóstico al mismo tiempo, a través de herramientas de diagnostico como la imagenología fluorescente (2) que se utilizan para rastrear el progreso de un tratamiento, y al mismo tiempo la liberación de un tratamiento.

En este trabajo se sintetizaron nanogeles biofuncionales de tipo núcleo – coraza utilizando una polimerización en mini emulsión libres de surfactantes, a base de dos monómeros principales, los cuales son poli (etilenglicol) metil éter 1100g mol⁻¹ (PEGMA) para la coraza y para la redícula inteligente que conforma el núcleo se compone de 2-(dietilamino) etilo (DEAEMA) con y sin metacrilato de terc-butilo (TBMA) de igual manera se usaron diacrilato de fluoresceína (DAF) (4) y un derivado de naftalenimida (NDI) como reticulantes fluorescentes. Los materiales obtenidos se caracterizaron a través de resonancia magnética nuclear de

protón, calorimetría diferencial de barrido, dispersión de luz dinámica, espectroscopia ultravioleta-visible para fluorescencia de igual manera se estudió el efecto que tiene el TBMA y la sensibilidad al pH que presentaron los materiales tanto en tamaño, carga y el efecto que tiene en la fluorescencia de los materiales. Teniendo nanogeles de tamaños entre 70-200 nm, con polidispersidades estrechas y con curvas de distribución unimodales, los cuales hacen prometedores estos sistemas para el cargado y liberación de fármacos. En cuanto a fluorescencia, aquellos que presentan los materiales entrecruzados con el fluoróforo NDI presento señales de emisión de 550 nm y en excitación de 520 nm y el en caso del fluoróforo DAF Em 517 nm y Ex 480. También mostraron un efecto importante de cambio de tamaño de estos materiales disminuyendo en presencia de pH ácidos y teniendo el efecto contrario en pH básicos, debido a que las fracciones fluorescentes presentan un cambio en entornos ácidos.

Keywords: nanogeles, fluoróforos, TBMA

Presenting author's email: gabriela.grd.24@gmail.com

S3-abs033

ESTUDIO COMPARATIVO DEL MODELADO DE LA MANIFESTACIÓN MECÁNICA DE LA TRANSICIÓN VÍTREA Y LA CRISTALIZACIÓN FRÍA EN ÁCIDO POLILÁCTICO

José Bernardo García García García García¹, Jesus Gabino Puente Córdova¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Mexico.

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero semicristalino y biodegradable, ampliamente utilizado en diversas aplicaciones industriales como una alternativa sostenible a plásticos convencionales como el PP, PE o PET. La cristalización del PLA es un proceso crucial que influye en sus propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas. Durante su procesamiento, el grado de cristalización puede ser controlado para optimizar su rigidez, resistencia al calor y degradabilidad.

En este trabajo se evalúa el comportamiento viscoelástico del PLA procesado mediante manufactura aditiva (impresión 3D). Se emplea la técnica análisis mecánico dinámico (DMA), donde se mide el módulo elástico complejo $E^* = E' + iE''$ en función de la temperatura, en un rango de 20 a 180°C, y a una frecuencia de 1 Hz. También se considera el efecto de la tasa de calentamiento en la respuesta mecánica del PLA.

Los resultados de DMA corresponden a la manifestación mecánica de la transición vítrea, que ocurre alrededor de 65°C, seguida de la cristalización fría a temperaturas superiores. A partir de 150°C, comienza a observarse el flujo del polímero.

En este trabajo se propone el estudio de tres modelos matemáticos: Cross, Guo y Mahieux. Estos son modificados para poder representar los fenómenos de interés en este estudio (transición vítrea y cristalización fría). A pesar de que los modelos mostraron una correlación aceptable con los datos experimentales, el uso de una función costo permitió determinar que el modelo de Guo ofrece una mejor correlación. La selección del modelo más apropiado para representar el comportamiento viscoelástico del PLA, contempla el número de parámetros y su implementación numérica. Se determina que el modelo de Guo puede considerarse como una herramienta predictiva para analizar fenómenos mecánicos como la relajación y la cristalización en polímeros semicristalinos.

Keywords: Modelado, Transición Vítrea, Recristalización

Presenting author's email: josebernardogarcia14@gmail.com

S3-abs036

EFECTO DEL PESO MOLECULAR EN LAS PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA ETIL CELULOSA.

Priscila González¹, Jesús Gabino Puente Córdova¹, Juan Luna Martínez¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Mexico.

La etil celulosa (EC) es un polímero biodegradable y biocompatible, cuyas aplicaciones abarcan una amplia gama de industrias, desde la farmacéutica hasta la alimentaria. En la literatura se reconoce que las propiedades mecánicas, térmicas y reológicas de los materiales poliméricos se encuentran altamente influenciadas por el peso molecular (Mw). En el sector industrial determinar la influencia del Mw bajo diversas condiciones experimentales es un tema de constante interés que depende directamente de la aplicación. En este sentido, ciertas propiedades físicas tienden a incrementar de forma proporcional con el aumento del peso molecular, lo que implica una mayor temperatura de procesamiento. Por tanto, se plantea como objetivo comparar la respuesta térmica de la EC bajo diferentes tasas de calentamiento considerando el efecto del peso molecular.

En este estudio, se llevó a cabo un análisis termogravimétrico (TGA) para evaluar el comportamiento térmico del material y determinar sus mecanismos de degradación en atmósferas de nitrógeno a 10, 15, y 20 K/min respectivamente. Los resultados experimentales permitieron determinar que las temperaturas de degradación de la EC presentan un incremento proporcional acorde al aumento del Mw. También, fue posible observar que el incremento de la tasa de calentamiento tiende a desplazar la temperatura de degradación hacia valores más altos, lo que sugiere una dependencia entre la cinética de degradación y el flujo de calor suministrado. Estos resultados proporcionan una comprensión más profunda de cómo el peso molecular y la tasa de calentamiento afectan la estabilidad térmica y la degradación de la EC, lo cual es fundamental para optimizar su uso en diversas aplicaciones industriales.

Keywords: Etil celulosa, Propiedades térmicas, Análisis termogravimétrico

Presenting author's email: priscila.gonzalezrsl@uanl.edu.mx

S3-abs037

APPLICATION OF BIO-BASED POLY(BUTADIENE-MYRCENE) COPOLYMERS IN THE SYNTHESIS OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE: EVALUATING THE INFLUENCE OF THE TERPENIC UNIT ON THE MORPHOLOGICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

Ilse Ivonne Magaña Rivera¹, Luis Valencia², Ramón Enrique Díaz de León Gómez¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Polymerization Processes, Mexico. ²Biofiber Tech Sweden AB, Polymerization Processes, Sweden.

Due to the ongoing climatological crisis, the transition from non-renewable to sustainable materials has become imperative. Consequently, the use of renewable materials to produce biobased polymers has significantly increased. In this context, a diverse group of compounds known as “terpenes” has been studied for their potential as monomeric precursors. Among these, b-myrcene has been successfully (co)polymerized to synthesized rubbers, which with tailored properties can be suitable for applications such as tires, packaging, and impact modifiers in styrenic resins. This study focuses on the application of poly(butadiene-myrcene) as

bio-based impact modifier for polystyrene, evaluating the effect of the terpenic unit within the copolymer on the morphological and mechanical properties of the resulting HIPS. The copolymers were synthesized via coordination polymerization at varying myrcene compositions of 20, 35, and 50 wt%, using a ternary catalytic system. These elastomeric copolymers were then used as impact modifiers for polystyrene by polymerizing styrene in a mass/mass process in the presence of the copolymers to produce high impact polystyrene (HIPS). The poly(butadiene-myrcene) copolymers were characterized by Gel Permeation Chromatography (GPC) and Carbon Nuclear Magnetic resonance (^1H NMR and ^{13}C NMR). The resulting copolymers exhibited a broad molecular weight distribution and a high molecular weight with a cis-1,4 isomer content greater than 92%. The HIPS were evaluated through tensile, impact and hardness tests to study their mechanical performance, as well as gloss (optical property), morphology (using STEM), flow index (MFI) and dynamic mechanical analysis (DMA). Regarding the morphological properties of HIPS, a decrease in the particle size of the elastomeric phase was observed with increasing myrcene content in the copolymer. Additionally, a lower myrcene content (20 wt%) resulted in a salame morphology, whereas higher terpene content led to a core-shell structure. HIPS incorporating poly(butadiene-myrcene) copolymers as impact modifiers showed high gloss, good toughness and flowability. Furthermore, the HIPS demonstrated increased stiffness (Young's modulus), elongation at break, yield strength and improved flexural strength. The impact strength of the HIPS ranges from 0.44 to 1.22 ft-lbf/in.

Keywords: Bio-based, Copolymers, Poly(butadiene-myrcene)

Presenting author's email: ilsmaa.rivera58@gmail.com

S3-abs038

RAFT-FUNCTIONALIZED POLY (2-ALQUIL-2-OXAZOLINES) REACHED BY NOVEL DUAL AGENT

Alvaro Leonel Robles Grana¹, Gladys de Los Santos Villarreal¹, Luis Ernesto Elizalde¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

Due to their interestingly characteristics, amphiphilic block copolymers are one of the most promising materials that can be used as drug delivery systems in several innovative therapeutic procedures. In these materials, the so-called smart polymers stand out. In this way, poly(-alkyl-2-oxazolines) is a class of hydrophilic polymers that has the potential to replace poly(ethylene glycol) (PEG) in biomedical applications. Nevertheless, choosing an appropriate method to prepare these amphiphilic block copolymers is not a trivial issue, due to the challenge to polymerize monomers with different chemistry (where the hydrophilic-hydrophobic characteristics play a determinant role), and still achieve good control over the polymer architecture. For instance, hydrophilic polymers can be obtained via ionic controlled polymerizations such as Cationic Ring Opening Polymerization (CROP), however, to prepare amphiphilic block copolymer a key feature is the functionalization at the chain end with a proper chemical group that allows to grow a second hydrophobic monomer through other polymerization method, such as reversible activation-deactivation radical polymerization (RAFT). Herein, we report the synthesis of a dual polymer initiator useful in the preparation of amphiphilic block copolymers considering the CROP-RAFT strategy. Dual polymer initiators are based on asymmetrical trithiocarbonates where one Z group carries a benzylic group and in the other, an alkyl-benzenesulfonate. Dual initiators were obtained in high yields (>90%). And all products were purified and characterized using affordable techniques (^1H and ^{13}C , COSY and HSQC NMR spectroscopy and FTIR spectroscopy). Using these initiators, different poly(2-alkyl-2-oxazolines) was obtained in high yields and highly functionalized at the chain end with macro-RAFT agents through CROP polymerization. These hydrophilic polymers were prepared in a microwave reactor at different temperatures, and molar rates.

Keywords: 2-ALQUIL-2-OXAZOLINES, CROP-RAFT, DUAL

Presenting author's email: leonelrobles205@gmail.com

S3-abs041

LEGADO DEL DR. RAMIRO GUERRERO AL DISEÑO MACROMOLECULAR POR POLIMERIZACIÓN RADICÁLICA POR DESACTIVACIÓN REVERSIBLE

Jesús Guillermo Soriano Moro¹

¹BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA, Instituto de Ciencias, Mexico.

A 30 años del desarrollo de la polimerización radicalica por desactivación reversible (RDRP), las diferentes técnicas RDRP han ganado una gran relevancia como un conjunto de herramientas utilizadas en la síntesis de estructuras macromoleculares con arquitecturas precisas, las cuales tienen aplicaciones avanzadas con respecto a polímeros comerciales. En México, el Dr. Ramiro Guerrero Santos, se ha destacado por ser pionero en el desarrollo de metodologías sintéticas RDRP. En la presentación se abordarán las aportaciones realizadas por el Dr. Ramiro Guerrero en el campo del diseño macromolecular, así como, en la formación de capital humano a lo largo de su fructífera carrera científica.

Keywords: polimerización radicalica por desactivación revers, Polimerización RAFT, Diseño macromolecular

Presenting author's email: jesus.soriano@correo.buap.mx

Aguilar Lugo, Carla S3-abs039
Aguilar Vega, Manuel S3-abs016, S3-abs022, S3-abs029, S3-abs039
Alexandrova, Larissa S3-abs039
Bonilla Cruz, José S3-abs027
Cabello Romero, Judith S3-abs002, S3-abs007, S3-abs025, S3-abs001, S3-abs017
Cadenas Pliego, Gregorio S3-abs009
Cano Salazar, Lucia Fabiola S3-abs025
Castro Riquelme, Christian Leonardo S3-abs032
Castruita de León, Griselda S3-abs015
Cervantes Uc, José Manuel S3-abs022, S3-abs024
Coria, Paulina S3-abs019
Correa Durán, Mónica Stephen S3-abs022
Cortez Mazatan, Gladis Yakeline S3-abs008
Cruz Silva, Rodolfo S3-abs018
de Los Santos Villarreal, Gladys S3-abs038
Díaz de León Gómez, Ramón Enrique S3-abs012, S3-abs010, S3-abs037
Díaz Elizondo, José Alejandro S3-abs012
Elizalde, Luis Ernesto S3-abs038, S3-abs027
Enriquez Medrano, Francisco Javier S3-abs010
Enriquez Medrano, Francsico Javier S3-abs020
Enriquez Medrano, Javier Francsico S3-abs002, S3-abs001, S3-abs017, S3-abs023
Esqueda Velázquez, Diana Berenice S3-abs021
Fouconnier, Benoit S3-abs028
García García, José Bernardo García García S3-abs033
García Molina, Luis Osvaldo S3-abs023, S3-abs020
García Zamora, Maricela S3-abs009
García Vargas, Miriam S3-abs039
González, Priscila S3-abs036
González Díaz, María Ortencia S3-abs039, S3-abs022
Gonzalez Maldonado, Ismael Leon S3-abs015
Gonzalez Urias, Maria Alejandra S3-abs032
Guerrero Hernández, Lluvia Azhalea S3-abs008
Guerrero Santos, Ramiro S3-abs027
Hernandez Banda, Reyna Valeria S3-abs009
Hernández Cruz, Olivia S3-abs029
Hernandez Gamez, Marian Scarlett S3-abs026
Herrera Kao, Wilberth Antonio S3-abs024
Hutchinson, Robin A. S3-abs001
Jara Cortéz, Jesús S3-abs002
Jiménez Regalado, Enrique Javier S3-abs025
Juárez Moreno, Karla Oyuky S3-abs032
Lara Cenicerros, Tania Ernestina S3-abs027
Licea Claverie, Angel S3-abs019
Lobato Aguilar, H.a. S3-abs024
López Domínguez, Porfirio S3-abs004, S3-abs006
López González, Ricardo S3-abs032, S3-abs021
López Serrano, Francisco S3-abs028
Loria Bastarrachea, María Isabel de Los Dolores S3-abs022, S3-abs029
Luna Martinez, Juan S3-abs036
Magaña Rivera, Ilse Ivonne S3-abs037

Maldonado Carranza, Rony Alexis S3-abs020
Maldonado Textle, Hortensia S3-abs012, S3-abs025, S3-abs010
Márquez Castro, Jesús E. S3-abs019
Martínez Rivera, Eduardo S3-abs017
Martínez Ruiz, Erick Osvaldo S3-abs026
Martínez Tavitas, Juan José S3-abs012
Mata Padilla, Jose Manuel S3-abs009
Meléndez Ortiz, Héctor Iván S3-abs008
Méndez Padilla, María Guadalupe S3-abs017
Montes Luna, Angel de Jesús S3-abs015
Neira Velazquez, María Guadalupe S3-abs026
Nicanor Romero, Abner Isaías S3-abs009
Nuncio Esquivel, José Alberto S3-abs017
Núñez Méndez, Irma S3-abs031
Ochoa Terán, Adrián S3-abs002, S3-abs032
Ortiz, Jesús S3-abs029
Peralta Rodríguez, René Darío S3-abs008
Pérez Alvarez, Marissa S3-abs009
Puente Córdova, Jesus Gabino S3-abs036, S3-abs033
Ramírez Contreras, Jorge Carlos S3-abs040
Ramírez Luna, Fernando S3-abs025
Ramos Durán, Gabriela S3-abs032
Reyes de la Cruz, Elizabeth S3-abs023
Reyes Vielma, Beatriz Elvira S3-abs023, S3-abs020
Robles Grana, Alvaro Leonel S3-abs038
Rodríguez Tobías, Heriberto S3-abs012, S3-abs010
Rojas Rodriguez, Mario S3-abs039
Ruiz Treviño, Francisco S3-abs029
Saade Caballero, Hened S3-abs032
Saldaña Rodríguez, Diego S3-abs028
Saldívar, Enrique S3-abs007
Saldívar Guerra, Enrique S3-abs004, S3-abs006, S3-abs021
Salinas Hernández, Myrna S3-abs017
Soriano Moro, Jesús Guillermo S3-abs041
St Thomas, Claude S3-abs025
Sulub Sulub, Rita del Rosario S3-abs022
Torres Lubián, Roman S3-abs027, S3-abs002, S3-abs007, S3-abs001
Trejo, Melisa S3-abs027
Treviño Martínez, María Esther S3-abs020, S3-abs006, S3-abs023
Uribe Calderón, J.a. S3-abs024
Valencia, Luis S3-abs037
Vasquez Mejorado, Abigail S3-abs025
Vázquez Torres, Humberto S3-abs022
Zapata González, Iván S3-abs004, S3-abs002, S3-abs007, S3-abs032, S3-abs001, S3-abs006, S3-abs017
Zolotukhin, Mikhail S3-abs029