



ABSTRACTS

S4. Biopolímeros y polímeros para aplicaciones biomédicas

S4. Biopolímeros y polímeros para aplicaciones biomédicas

Symposium Organizers:

Ángel Licea Claverie ITT
Antonio Martínez Richa UGTO
Aída Alejandra Pérez Fonseca UdeG

S4-abs005

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF PLASMA-SYNTHESIZED POLYPYRROLE/IODINE, A POTENTIAL TREATMENT FOR SPINAL CORD INJURY

Hermelinda Salgado-Ceballos¹, M Guadalupe Olayo², Guillermo J. Cruz Cruz², Jorge Serment-Guerrero³, Stephanie Sánchez-Torres⁴, Rodrigo Mondragón-Lozano⁵, Samuel Miranda Jurado⁶, Karla B. Dávalos-De la Cruz⁶

¹Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Unidad de Investigación Médica En Enfermedades Neurológicas, Mexico. ²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Department of Physics, Mexico. ³Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Department of Biology, Mexico. ⁴IMSS-CONAHCyT, Medical Research Unit in Pharmacology, Mexico. ⁵IMSS-CONAHCyT, Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Neurológicas, Mexico. ⁶Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Division of Basic Sciences and Engineering, Department of Physics, Mexico.

Spinal cord injury (SCI) is a neurological disorder that causes permanent paraplegia or tetraplegia and currently, there is no effective therapy for it. Different biomaterials have been tested for the treatment of SCI, one of the most promising is plasma-synthesized polypyrrole (PPy) doped with iodine (PPy/I), which has demonstrated that protects nervous tissue from damage after a SCI, decreases lipid peroxidation and hydroxyl radical levels, inhibits pro-apoptotic molecules, favors nerve regeneration and allows the recovery of lost functions. Therefore, in order to propose the safe use of PPy/I for the treatment of SCI in humans, and according to ISO 10993-5:2009, cytotoxicity was evaluated in vitro by means of a viable count exclusion assay in the Escherichia Coli strain AB1157 and by the mitotic index in human lymphocytes cultures; mutagenicity by the Ames test in Salmonella Typhimurium; and genotoxicity by SOS chromotest in Escherichia coli strain PQ37 and by numerical and structural chromosomal aberrations in human lymphocytes cultures. The results indicated that in the concentration range tested plasma-synthesized PPy/I showed no cytotoxic effect, nor alterations in the mitotic index of lymphocytes, nor mutagenic activity against Salmonella typhimurium, and it also showed no alterations in the diploid number of chromosomes of lymphocytes, nor in the frequency of chromosomal aberrations, and the level of genotoxicity was classified as non-genotoxic (induction factor (IF) < 1.5). This means that plasma-synthesized PPy/I can be considered a safe therapeutic alternative for SCI.

Keywords: Spinal cord injury, plasma-synthesized polypyrrole, cytotoxicity

Presenting author's email: melisalce@yahoo.com

S4-abs009

NANOGELES INTELIGENTES NÚCLEO-CORAZA COMO PLATAFORMAS PARA LIBERACIÓN CONTROLADA DE COMPUESTOS DE ORGANOESTAÑO(IV): DISEÑO, SÍNTESIS Y PROPIEDADES

Luis Alfonso Valdez Olea¹, Maria Alejandra Gonzalez Urias¹, Angel Licea Claverie¹, Mirian Angelene González Ayón¹, Alejandro Ramírez Jiménez¹

¹Tecnologico Nacional de Mexico/Instituto Tecnológico de Tijuana, Centro de Graduados E Investigación En Química, Mexico.

Los nanogeles sensibles al pH y temperatura han captado un gran interés en el ámbito biomédico debido a su capacidad para responder a estímulos ambientales. Estos nanogeles, constituidos por polímeros reticulados a nivel nanométrico, pueden expandirse o contraerse según las condiciones del entorno, lo cual los hace versátiles en aplicaciones biomédicas.¹ Además, se han explorado como nanotransportadores de fármacos mostrando un gran potencial como sistemas de administración de agentes quimioterapéuticos en el tratamiento contra el cáncer.² Dentro de este contexto, los compuestos de diorganoestaño(IV) han surgido como agentes quimioterapéuticos prometedores debido a su citotoxicidad alta contra células cancerosas.³

En este trabajo se investigó la síntesis de nanogeles sensibles al pH y la temperatura y se realizó el cargado de compuestos de diorganoestaño(IV) para su potencial liberación controlada en líneas celulares de cáncer. Los nanogeles inteligentes núcleo-coraza, basados en metacrilato de 2-(N,N-dietilamino) etilo (DEAEMA) reticulado, homo- o copolimerizado con N-vinilcaprolactama (NVCL), como núcleo, y metacrilato de poli(etilenglicol) metil éter (PEGMA, $M_n=950$ g/mol) como coraza, se sintetizaron mediante polimerización en emulsión sin surfactante (SFEP).

El comportamiento sensible a la temperatura y al pH se evaluó mediante mediciones de dispersión dinámica de luz (DLS), que mostraron la expansión del nanogel al disminuir el pH y la contracción del nanogel al aumentar la temperatura. La composición de los nanogeles se calculó mediante resonancia magnética de hidrógeno (H^1 -NMR), el diámetro hidrodinámico (D_h) se midió mediante DLS y las transiciones térmicas se determinaron mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Se seleccionaron los sistemas con las mejores propiedades para la carga y liberación de complejos de diorganoestaño(IV). Se logró un contenido de cargado de hasta el 5% en peso. La liberación de estos compuestos fue más significativa en condiciones intracelulares simuladas (40 °C, pH 5.0) que en entornos fisiológicos (37 °C, pH 7.4) simulados. Los resultados mostraron que estos sistemas tienen potencial para ser utilizados como nanotransportadores de metalofármacos hacia los tejidos cancerosos.

En el congreso, se presentarán los resultados de la síntesis y caracterización de los nanogeles, así como el cargado y liberación de los compuestos de diorganoestaño(IV).

Keywords: Nanogeles, Sistemas de administración, Diorganoestaño(IV)

Presenting author's email: luis.valdez201@tectijuana.edu.mx

S4-abs011

EXTRACCIÓN HIDROTÉRMICA DE MICROFIBRAS DE CELULOSA A PARTIR DEL CULTIVO DEL PLÁTANO

Omar Martinez¹, Florentino Soriano¹, José de Jesús Kú Herrera², Gabriela Yolotzín Romero Zúñiga¹

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

Las fibras naturales como las que se obtienen del cultivo del plátano poseen diversas ventajas como el bajo costo, fácil disponibilidad, baja densidad y reciclabilidad, etc. Sin embargo, existen algunas desventajas al momento de utilizarse como refuerzo natural en matrices poliméricas, como una mayor absorción de humedad y la mala compatibilidad del refuerzo y la matriz. Por lo tanto, existe una variedad de tratamientos químicos o físicos que se utilizan para modificar la superficie de la fibra y mejorar la adhesión entre la matriz y la fibra. En la presente investigación, se obtuvieron fibras de celulosa a partir de fibras del pseudo-tallo del plátano de la variedad Musa Cavendish a partir de tratamientos mediante explosión de vapor realizados en un reactor térmico y procesos de blanqueo con NaClO obteniéndose como resultado microfibras de celulosa suaves y frágiles. El análisis TGA demostró que las fibras de celulosa presentaron una mayor estabilidad térmica debido a la remoción de la hemicelulosa, misma que se pudo corroborar mediante FT-IR. El tratamiento mediante explosión de vapor es una alternativa viable y de menor impacto ambiental para la obtención de microfibras de celulosa a partir de fibras de plátano y otros residuos agroindustriales.

Keywords: tratamiento, microfibra, platano

Presenting author's email: omar.martinez.ps@ciqa.edu.mx

S4-abs013

SÍNTESIS DE HIDROGELES DE ALCOHOL POLIVINÍLICO pH-RESPONSIVOS MEDIANTE RADIACIÓN GAMMA CON POTENCIALES APLICACIONES BIOMÉDICAS

Y. Aylin Esquivel-Lozano¹, David Romero¹, Emilio Bucio¹

¹Instituto de Ciencias Nucleares, Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica, Mexico.

Disoluciones acuosas de alcohol polivinílico (PVA) con peso molecular del orden de 99,000 y 31,000 M_w a distintas concentraciones se irradiaron con radiación gamma proveniente de una fuente de ^{60}Co para obtener los hidrogeles net-PVA. En este primer paso se estudió la influencia del peso molecular del PVA en la reticulación del mismo variando la dosis y la concentración. Una vez que se obtuvieron las condiciones para el mejor rendimiento de la síntesis de los hidrogeles se inició el segundo paso, el cual consistió en el injerto de metacrilamida (MAAm) y ácido acrílico (AAc) simultáneamente. Para ello se variaron la concentración de la MAAm, el disolvente y la dosis de irradiación. En su forma polimérica el AAc presenta una respuesta ante el pH, otorgándole esta propiedad al material en donde se encuentra injertado, por lo tanto, el hidrogel injertado, es decir (net-PVA)-g-MAAm/AAc es sensible al pH. Los hidrogeles iniciales de PVA, así como los hidrogeles injertados con ambos monómeros se caracterizaron mediante diferentes técnicas: Espectroscopía de Infrarrojo con Reflectancia Total Atenuada (FTIR-ATR), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Análisis Termogravimétrico (TGA) y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). También se estudiaron sus propiedades fisicoquímicas con pruebas de hinchamiento límite en agua, determinación del pH crítico e hinchamiento en buffer de fosfatos simulando medio fisiológico. Todos los materiales involucrados en esta síntesis han sido utilizados en el diseño de dispositivos para carga y liberación de fármacos y en apósitos para el tratamiento de heridas graves como quemaduras. Por lo tanto, se espera que este material tenga potenciales propiedades en el área biomédica.

Keywords: Radiación gamma, Hidrogeles, Injerto

Presenting author's email: aylinesquivel95@gmail.com

S4-abs014

INJERTO INDUCIDO POR RADIACIÓN GAMMA DEL MONÓMERO 4-FORMIL-2-METOXIFENILACRILATO EN HIDROGELES DE ACRILAMIDA PARA UNA POTENCIAL APLICACIÓN BIOMÉDICA

David Romero¹, Y. Aylin Esquivel-Lozano², Emilio Bucio³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares, Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica, Mexico., Mexico. ²Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares, Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica, Mexico., Mexico. ³Universidad Nacional Autónoma de México, 1 Instituto de Ciencias Nucleares, Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica, Mexico., Mexico.

En el presente trabajo se realizó el injerto inducido por radiación gamma de 4-formil-2-metoxifenilacrilato o acrilato de vanilina (AV) en hidrogeles de acrilamida (net-AAm). El monómero se sintetizó mediante una reacción de sustitución nucleofílica entre la vanilina y el cloruro de acrililo con el fin de funcionalizar el primero con un doble enlace vinílico. La estructura del monómero fue elucidada mediante Espectroscopia de Infrarrojo con Reflectancia Total Atenuada (FTIR-ATR), Resonancia Magnética Nuclear (NMR) de ¹³C y ¹H y Espectrometría de Masas (MS). El injerto de AV en net-AAm se realizó mediante el uso de radiación gamma y se evaluó el efecto de los parámetros de síntesis como dosis de irradiación, concentración de AV y disolvente en el porcentaje de injerto del monómero. El injerto (net-AAm)-g-AV fue caracterizado mediante gravimetría, FTIR-ATR, Análisis termogravimétrico (TGA), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), hinchamientos en agua y buffer de fosfato. La caracterización de (net-AAm)-g-AV determinó la presencia de grupos aldehído en la estructura del hidrogel, los cuales permitirían su reacción con grupos amino de moléculas tales como aminoácidos y proteínas, formando enlaces imina. Se han realizado las primeras pruebas con fenilalanina, la cual se ha incluido de manera exitosa en la estructura del injerto y se ha libera mediante hidrólisis en medios ácidos. Se espera que el injerto tenga una potencial aplicación biomédica.

Keywords: acrilato de vanilina, radiación gamma, hidrogeles

Presenting author's email: david.arf2096@gmail.com

S4-abs016

DESARROLLO DE ACTUADORES FLEXIBLES DE POLIPIRROL DOPADAS CON DODECIL BENZEN SULFONATO (Ppy-DBS) CON RESPUESTA ANGULAR INDUCIDA POR BAJO VOLTAJE EN SOLUCIÓN DE CLORURO DE SODIO

David Morales¹, Alejandro Vega Rios¹, Sergio G. Flores Gallardo¹

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Departamento de Ingeniería y Química de Materiales, Mexico.

En las últimas décadas, el desarrollo de dispositivos que emulen la capacidad de contracción y flexión de los músculos biológicos ha impulsado el diseño de músculos artificiales. Entre las tecnologías más prometedoras se encuentran los actuadores iónicos, capaces de generar deformaciones angulares a partir de estímulos eléctricos de bajo voltaje (<5 V). Estos sistemas, compuestos por polímeros electroactivos y electrolitos, ofrecen ventajas como bajo consumo energético, ligereza y adaptabilidad, lo que los hace atractivos para aplicaciones en robótica blanda, prótesis y dispositivos biomédicos.

En esta contribución se presenta el desarrollo y evaluación de actuadores blandos tipo bicapa, elaborados mediante películas de polipirrol dopadas con dodecil benceno sulfonato (Ppy-DBSA), sintetizadas por electropolimerización en solución acuosa. Se emplearon dos técnicas: cronoamperometría (CA) y voltametría cíclica (VC), sobre sustratos de acero inoxidable, utilizando cloruro de sodio (NaCl 0.1 M) como electrolito de activación.

Las películas obtenidas fueron caracterizadas estructuralmente por FTIR, morfológicamente por MEB y funcionalmente mediante pruebas de actuación angular bajo voltajes alternantes entre -1.2 y 0.8 V. Se evaluó el desempeño mecánico en términos de ángulo de deformación y tiempo de respuesta.

Los resultados mostraron que la película sintetizada por CA a 0.7 V ("0.7 CA") presentó la mejor respuesta, alcanzando desplazamientos angulares de hasta 114° en un tiempo promedio de 45 segundos. Estos resultados sugieren que las películas de PPy-DBSA son viables, económicas y funcionales para el desarrollo de actuadores blandos, con potencial aplicación en robótica blanda y dispositivos biomédicos de bajo consumo energético.

Keywords: Actuadores blandos, Polipirrol-DBSA, Electropolimerización

Presenting author's email: david.morales@cimav.edu.mx

S4-abs017

¿CÓMO CRECEN LAS MACROMOLÉCULAS? AISLAMIENTO DE OLIGÓMEROS MONODISPERSOS

Adan Cuevas Sánchez¹, Braulio Paul Castro Gallardo¹, Henry Neftalí Valtierra Luna¹, José Eduardo Báez¹

¹Universidad de Guanajuato, Departamento de Química, Mexico.

Se realizó la síntesis de la poli(ϵ -caprolactona) (PCL) y la poli(δ -hexalactona) (PHL) mediante la polimerización por apertura de anillo (ROP) de los respectivos monómeros (ϵ -caprolactona (CL) y δ -hexalactona (HL)), empleando un alcohol iniciador (1-docosanol) y heptamolibdato de amonio (Hep) como catalizador para una polimerización en masa. Las condiciones de reacción fueron establecidas a una temperatura de 150°C y tiempos de reacción desde 2 h para PCL hasta 96 h para PHL. Una vez sintetizados los oligómeros monodispersos, estos fueron separados mediante cromatografía en columna (FCC) y cromatografía en capa fina (TLC) para un posterior análisis por Resonancia Magnética Nuclear (^1H -RMN) y Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FT-IR) en donde se logró corroborar la estructura química de dichos oligómeros, así como la presencia de grupos funcionales característicos en los polímeros sintetizados. Por otra parte, las propiedades térmicas y la visualización del microdominio semicristalino fueron observadas por Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) y microscopía de luz polarizada (POM), respectivamente.

Keywords: Oligómero monodisperso, Poliéster, Grupo terminal

Presenting author's email: a.cuevassanchez@ugto.mx

S4-abs018

EXTRACTION AND EVALUATION OF XYLOGLUCAN FROM INDUSTRIAL TAMARIND SEED WASTE FOR FOOD AND BIOMEDICAL APPLICATIONS

Ana María Morales Burgos¹, Estefani Y. Cervantes Inzunza¹, José Luis Pérez Aispuro¹, Carlos A. Velázquez-Carriles², Elizabeth Carvajal-Millan³, Karla G. Martínez-Robinson³

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Biológica, Sintética y de Materiales, Mexico. ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal, Mexico.

Introduction: Tamarind seeds are by-products generated during the production of candies and beverages. The seeds of *Tamarindus indica* L. contain tamarind seed gum, a polysaccharide extracted from the endosperm. This gum has potential applications in pharmaceutical, cosmetic, food, paper and textile industries, among others. **Aim:** To characterize the chemical composition and functional properties of *T. indica* seed gum obtained as an industrial by-product. **Methods:** The biopolymer was extracted using an aqueous method at 70°C for 1.5 h. For compositional analysis, ash content was determined at 800°C, and moisture content was assessed by loss on drying at 105°C. Protein and carbohydrate contents were quantified using the Bradford assay and phenol-sulfuric acid method, respectively. The identity of the biopolymer was confirmed by Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy. Antioxidant activity was evaluated using the ABTS and DPPH assays, while prebiotic potential was assessed based on the growth of *Weissella paramesenteroides* in tryptic soy broth (TSB) at 36 °C. Viscosity measurement was performed using a Brookfield viscometer equipped with spindle No. 2 using a 1% w/v aqueous solution (100 rpm, 25 °C). Data analysis was conducted using OriginPro software, and results are presented as mean $\pm$ standard deviation. **Results:** The FTIR spectrum confirmed that the extracted biopolymer corresponds to xyloglucan. On a dry basis, its chemical composition comprised carbohydrates (88.6 ± 0.4 %), proteins (1.0 ± 0.1 %), and ash (1.1 ± 0.1 %). The gum exhibited antioxidant activity in both ABTS and DPPH assays. Furthermore, its prebiotic potential was demonstrated by the stimulation of *W. paramesenteroides* growth, a lactic acid-producing bacterium. At a 1% concentration in aqueous solution, the viscosity was determined to be 117.5 ± 0.70 cP. **Conclusion:** Tamarind seed, an agro-industrial by-product, is a viable source of xyloglucan. The extracted biopolymer displayed a purity of approximately 90% and exhibited functional properties, including viscosity-enhancing, antioxidant, and prebiotic activities. These findings support its potential application in the food and biomedical industries.

Keywords: Xyloglucan, Tamarind, Functional properties

Presenting author's email: amorales.fcqb@uas.edu.mx

S4-abs019

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLÁGENO DE ORIGEN MARINO A PARTIR DE ERIZO DE MAR (ECHINOIDEA) Y MEDUSA BOLA DE CAÑÓN (STOMOLOPHUS MELEAGRIS) PARA LA ELABORACIÓN DE ANDAMIOS CELULARES

Francisco Javier Coronado Soto¹, Abraham Alejandro Leyva Verduzco¹, Jesus Manuel Quiroz Castillo², Lerma Chan Chan³

¹Universidad de Sonora, Polimeros y Materiales, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Mexico. ³Universidad de Sonora, SECIHTI-Departamentamento de Física, Mexico.

La extracción de colágeno proveniente de orígenes marinos a partir de erizos de mar y medusa bola de cañón representan una alternativa sustentable, puesto que permite aprovechar subproductos marinos. Reduciendo así los residuos generados en el procesamiento de estos invertebrados. Además, este tipo de colágeno presenta importancia tanto en el área médica como en la industria de la cosmetología, debido a que destaca por sus beneficios a la piel gracias a su composición rica en aminoácidos esenciales. Por otro lado, el colágeno desde hace algunos años ha sido una alternativa eficaz para la elaboración de andamios celulares que ayudan a la curación de heridas cutáneas, sin embargo, el colágeno comercial derivado de bovinos puede generar problemas de salud. Por ello, se han buscado extraer colágeno de especies diferentes como peces y equinodermos. Un ejemplo es el presente en la membrana peristomial de erizo de mar, esta es rica en colágeno y resulta una opción favorable puesto que de ella se pueden extraer fibrillas de colágeno en su conformación nativa beneficiando las propiedades mecánicas y funcionales del material. Por otro lado, el colágeno a partir de medusa bola de cañón es una fuente prometedora de colágeno tipo II y a veces tipo I, además, su extracción es relativamente sencilla y sostenible, dado que son abundantes y están formadas en gran parte por colágeno. Las fibras obtenidas de este colágeno han sido utilizadas con éxito en aplicaciones biomédicas, y aunque su resistencia mecánica es menor, su alta hidrosolubilidad puede ser útil cuando se combina con polímeros sintéticos. En el presente trabajo se busca la extracción de colágeno proveniente de erizos de mar y medusa bola de cañón para su su caracterización por medio de electroforesis, FTIR, TGA, SEM y DSC, con el fin de procesarlo aplicarlo en el área biomédica.

Keywords: COLAGENO, BIOPOLIMERO, ANDAMIOS

Presenting author's email: a218203138@unison.mx

S4-abs020

SÍNTESIS DE HIDROXIAPATITA ASISTIDO POR MICROONDAS SOBRE PROTOTIPOS POROSOS DE PEEK MODIFICADOS SUPERFICIALMENTE CON KMNO₄

Diana Micare Ramírez-López¹, José de Jesús Kú-Herrera², Graciela Morales¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Macromolecular Chemistry And Nanomaterials, Mexico. ² SECIHTI - CIQA, Macromolecular Chemistry And Nanomaterials, Mexico.

El polímero poli (éter éter cetona) (PEEK) ha sido ampliamente utilizado en dispositivos médicos debido a sus propiedades físicas, mecánicas, de estabilidad química y radiolucidez. Sin embargo, su naturaleza bioinerte limita fundamentalmente su capacidad de osteointegración directa, un requisito crítico para la estabilidad a largo plazo en numerosas aplicaciones ortopédicas y dentales. Este estudio aborda esta limitación mediante el desarrollo de una estrategia de modificación superficial para prototipos de PEEK porosos fabricados mediante . El objetivo fue crear una capa superficial biomimética de hidroxiapatita (HAP), que imita el componente mineral del hueso, para mejorar el potencial osteoconductor del material. El enfoque implicó la activación superficial inicial del PEEK mediante grabado químico de KMnO₄, seguido de un protocolo de síntesis asistido por microondas para el crecimiento de HAP, estructurado en distintas fases de siembra y crecimiento. Se investigaron las variables claves del proceso, específicamente temperatura (140-160°C) y la duración (60, 120 y 180 min por fase). Este estudio aborda esta limitación mediante el desarrollo de una estrategia de modificación superficial para prototipos de PEEK porosos fabricados mediante Fused Filament Fabrication (FFF). El objetivo fue crear una capa superficial biomimética de hidroxiapatita (HAP), que imita el

componente mineral del hueso, para mejorar el potencial osteoconductor del material. El enfoque implicó la activación superficial inicial del PEEK mediante grabado químico de KMnO_4 , seguido de un protocolo de síntesis asistido por microondas para el crecimiento de HAp, estructurado en distintas fases de siembra y crecimiento. Se investigaron las variables claves del proceso, específicamente temperatura ($140\text{-}160^\circ\text{C}$) y la duración (60, 120 y 180 min por fase). La caracterización del material mediante microscopía electrónica de barrido, perfilometría óptica, difracción de rayos X y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier confirmó la formación de una capa cristalina de HAp, pero solo en superficies sometidas al pretratamiento con KMnO_4 . Se identificaron las condiciones óptimas para lograr este recubrimiento bioactivo. Este trabajo demuestra un método eficaz asistido por microondas para funcionalizar superficies de PEEK fabricadas con FFF con HAp, lo que presenta una vía viable para mejorar la respuesta del tejido huésped y promover la osteointegración en implantes avanzados basados en PEEK.

Keywords: PEEK, Hidroxiapatita, KMnO_4

Presenting author's email: micare.rmz@gmail.com

S4-abs023

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES DE QUITOSANO CON POTENCIAL APLICACIÓN EN REGENERACIÓN DE HERIDAS CRÓNICAS

Miguel Angel Quintero Romero¹, Dora Evelia Rodríguez Félix¹, Erika Silva Campa²

¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigación En Polímeros y Materiales, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Física, Mexico.

Las heridas crónicas representan un desafío clínico importante, debido a su lenta cicatrización y alta susceptibilidad a infecciones, lo que afecta significativamente la calidad de vida de los pacientes. Estas heridas suelen permanecer prolongadamente en la fase inflamatoria, limitando la regeneración tisular y reduciendo la eficacia de los tratamientos convencionales. Por ello, el desarrollo de apósitos avanzados capaces de mantener un ambiente húmedo, favorecer la regeneración celular y prevenir infecciones resulta crucial.

Los hidrogeles basados en biopolímeros naturales, como el quitosano, han emergido como materiales prometedores en esta área, gracias a su biocompatibilidad, biodegradabilidad y propiedades antimicrobianas. La formación de redes semi-interpenetradas (semi-IPN) mediante el entrecruzamiento químico permite obtener hidrogeles estables, con estructura porosa y adecuada retención de agua, características esenciales para un entorno favorable a la cicatrización.

En este estudio se reporta la síntesis de hidrogeles de quitosano, enfocándose en la optimización de la proporción de genipina utilizada como agente de entrecruzamiento, con el objetivo de lograr matrices homogéneas y consistentes. Los hidrogeles serán caracterizados mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para evaluar interacciones químicas, microscopía electrónica de barrido (SEM) para estudiar morfología y porosidad, y análisis térmico (TGA y DSC) para determinar estabilidad térmica y composición. Este trabajo constituye una etapa inicial sólida, proporcionando información clave sobre la formación y propiedades del hidrogel, que servirá como base para futuras aplicaciones terapéuticas.

Keywords: Biopolímeros, Regeneración de heridas, Hidrogeles

Presenting author's email: miguelqromero@gmail.com

S4-abs024

FORMACIÓN DE COMPUESTOS HÍBRIDOS POLIPIRROL-PLATA SINTETIZADOS POR PLASMA

Ma. Guadalupe Olayo González¹, Erwin A. Gonzáles Beltrán¹, J. Cuauhtémoc Palacios González², Elena Colín Orozco², Rosario Ramírez¹, Fernando G. Flores Nava¹, Adriana Ventolero Hernández¹, Maribel González Torres³, Guillermo Jesús Cruz Cruz¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Física, Mexico. ²Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería, Mexico. ³Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, Ingeniería Mecánica, Mexico.

Los compuestos híbridos permiten combinar las propiedades de compuestos inorgánicos y orgánicos, mejorando las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas con una amplia variedad de aplicaciones, en biomedicina y sistemas energéticos. En este trabajo, se sintetizó polipirrol por plasma con corriente continua y descargas eléctricas de radiofrecuencia a 10, 20 y 30 W con electrodos de Ag, formando compuestos de polipirrol-plata (PPy-Ag). El objetivo fue formar matrices de PPy con partículas de Ag en su interior. La morfología de los compuestos híbridos se estudió por MEB, mostrando superficies homogéneas y lisas. Los principales grupos funcionales de los compuestos se analizaron mediante IR-ATR, lo que indica la deshidrogenación de los anillos de pirrol durante la polimerización y la formación de enlaces Ag-O, lo que sugiere la posibilidad de interacción química entre polímeros y metales a través de puentes de oxígeno. Los estados químicos superficiales se estudiaron por espectroscopia foto-electrónica de rayos X. El contenido elemental se analizó en función del tiempo de erosión y las distribuciones de energía de los orbitales C1s, O1s, N1s y Ag3d. La distribución de orbitales electrónicos se ajustó con curvas gaussianas y se relacionó con los estados químicos de los compuestos. El estado químico C-O-Ag se detectó a 534.5 eV con una formación de energía de 5.2 eV. Los valores de conductividad variaron entre 10^{-8} y 10^{-6} S/m.

Keywords: Polipirrol, Plata, Plasma

Presenting author's email: guadalupe.olayo@hotmail.com

S4-abs025

SÍNTESIS MAGNÉTICA POR PLASMA DE POLÍMEROS SOLUBLES

Guillermo Jesús Cruz Cruz¹, Fernando G. Flores Nava¹, Adriana Ventolero Hernández¹, Esmeralda Carranza Carmona¹, Ma. Guadalupe Olayo González¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Física, Mexico.

Se presenta un estudio sobre la polimerización magnética por plasma de pirrol y alilamina para obtener polímeros solubles. Los polímeros sintetizados por plasma comúnmente resultan insolubles porque la energía de las colisiones entre las partículas aceleradas en el plasma y las moléculas monoméricas es mayor a la energía de los enlaces moleculares orgánicos (> 8 eV). Esto resulta en rompimiento y creación de nuevos enlaces en estructuras entrecruzadas. Así, en la mayoría de las síntesis se obtienen películas insolubles

combinadas con otros elementos. En este contexto, en este trabajo se presentan polimerizaciones usando combinaciones de campos magnéticos y eléctricos de pirrol y alilamina. El objetivo es cambiar la energía de las colisiones en áreas específicas del reactor con la finalidad de estratificar las reacciones químicas para obtener diferentes fracciones, solubles

Keywords: Síntesis, Magnetismo, Plasma

Presenting author's email: guillermoj.cruz@hotmail.com

S4-abs026

BIOACTIVIDAD ACELERADA EN COMPUESTOS DE PEEK/BIOGLASS 85S®: UN ENFOQUE INTEGRADO DE MANUFACTURA ADITIVA Y TRATAMIENTO CON PLASMA

Katia Dafne Daniela Martínez-López¹, José de Jesús Kú-Herrera², Graciela Morales¹, Gustavo Soria-Arguello², Omar Fabela-Sánchez², José Manuel Cervantes-Uc³, Alejandro May-Pat³

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ²SECIHTI - CIQA, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ³Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, Mexico.

El PEEK es un material atractivo para implantes ortopédicos debido a sus excelentes propiedades mecánicas, pero su falta de bioactividad limita su aplicación. Para superar esta limitación, desarrollamos compuestos de PEEK con 1%, 3% y 5% de Bioglass 85S®. A partir de estos materiales, se fabricaron prototipos porosos en 3D utilizando la técnica de Fabricación por Fusión de Filamento (FFF), logrando una arquitectura similar al hueso trabecular con poros de ~500 µm. Para potenciar la bioactividad, se aplicó un tratamiento de plasma de argón a la superficie de los prototipos. Se evaluó el rendimiento biológico y mecánico sobre prototipos tratados y no tratados. Se realizaron pruebas de formación de apatita en fluido corporal simulado y se determinó la citotoxicidad con la línea celular SAOS-2, mediante ensayos de MTT y Rojo Neutro. Las micrografías obtenidas por microscopía electrónica de barrido, mostraron que el tratamiento con plasma aceleró considerablemente la bioactividad, con la formación de apatita observada en solo 3 días, a diferencia de los 21 días requeridos en los prototipos no tratados. Así mismo la viabilidad celular fue superior en prototipos tratados (~75%) respecto a los no tratados (~50%). Además, los compuestos mantuvieron un módulo elástico de compresión (~1700 MPa) comparable al del hueso trabecular humano, incluso con la adición de Bioglass 85S® al 5%. En conjunto, la fabricación FFF y el tratamiento de plasma de argón en compuestos de PEEK/Bioglass 85S® crea una sinergia ideal entre bioactividad, respuesta celular y propiedades mecánicas, demostrando un gran potencial para el avance en la regeneración ósea.

Keywords: PEEK/Bioglass85S®, Manufactura aditiva, Plasma de argón

Presenting author's email: katia.martinez.d22@ciqa.edu.mx

S4-abs027

ESTUDIO DE SUPERFICIE EN POLIETILENOS OXIDADOS SINTETIZADOS POR PLASMA

María Fernanda Estrada Carapia^{1,2}, Guillermo Jesús Cruz Cruz², Adriana Ventolero Hernández², Fernando G. Flores Nava², Ma. Guadalupe Olayo González²

¹. ²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Física, Mexico.

Uno de los materiales usados en implantes médicos es el polietileno (PE) por su pasividad química, esto se debe a su formulación hecha solo de carbono e hidrógeno ($-(CH_2)_n$), la cual desarrolla una nube electrónica homogénea prácticamente sin sitios polares, ya que la electronegatividad del C es 2.5 y la de H es 2.1. La superficie del PE se oxida ligeramente por contacto con la atmósfera, así que cuando es implantado en el cuerpo humano los átomos de oxígeno (electronegatividad de 3.5) proporcionan sitios polares al material, incrementando su reactividad y degradabilidad. Considerando este panorama, en este trabajo se presenta la síntesis de PEO mediante polimerización por plasma a partir de etanol con y sin campos magnéticos adicionales a los campos eléctricos del reactor, con la finalidad de modificar las colisiones entre átomos y moléculas permitiendo la formación de diferen

Keywords: Plasma, Polietileno oxidado, Superficie

Presenting author's email: fernandacarapia14@gmail.com

S4-abs028

CELLULOSE NANOCRYSTALS FUNCTIONALIZATION IN A REACTIVE DEEP EUTECTIC SOLVENT: KINETICS, SURFACE CHEMISTRY AND MORPHOLOGICAL EVOLUTION

Raul Ortega Cordova¹, Cristian Alejandro Valdes-Gazga², Andrea Griselda Blanco Gutiérrez², Kaori Nayeli Sánchez Carrillo², Félix Armando Soltero³, María Guadalupe Pérez García⁴, Josue Mota-Morales²

¹Universidad de Guadalajara, Química, Mexico. ²Centro de física aplicada y tecnología avanzada (CFATA), Nanotecnología, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, Ingeniería química, Mexico. ⁴Universidad de Guadalajara, Ciencias básicas y aplicadas, Mexico.

Cellulose nanocrystals (CNC) are usually obtained by the acid hydrolysis of cellulose fibers with sulfuric acid in harsh conditions. In this process, the amorphous regions are dissolved, and the crystalline part is released, generating sulfated cellulose nanocrystals. To further expand the properties of these CNC, methods to replace sulfated groups for functional groups such as carboxyl, or grafting polymer onto the CNC surface have been developed. These methods are typically laborious, chemically aggressive, and can be highly polluting. In contrast, milder functionalization methods take place at high reaction times and temperatures. Thus, it is critical to understand the kinetics and overall phenomena occurring during the functionalization of CNC through alternative and more sustainable methodologies. This study presents the reaction kinetics of carboxylation of CNC via a nonaqueous and reactive deep eutectic solvent (DES). This method is based on substituting sulfate groups with carboxylic groups, created by esterification reactions promoted in an oxalic acid-choline chloride (OA-ChCl) DES. Our findings reveal that the ratio $C=O/C$ increases at the expense of $S-C/C$ as the reaction proceeds, followed by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). Likewise, CNC's chemical characterization, morphology, and crystallinity character were assessed through Attenuated total reflectance spectroscopy (ATR), atomic force microscopy (AFM), and X-ray diffraction (XRD), respectively.).

Keywords: Cellulose nanocrystals, Deep eutectic solvent, Functionalization

Presenting author's email: raul.ortega@academicos.udg.mx

S4-abs029

INFLUENCE OF POLYPEPTIDE STRUCTURE ON THE PHYSICOCHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF GENE DELIVERY COMPLEXES

Lizeth Montserrat Bravo Lozano^{1,2}, Edgar Benjamin Figueroa Ochoa³, Arnaud Saint-Jalmes⁴, Eduardo Mendizábal Mijares³, Colin Bonduelle⁵, Sylvain Tranchimand⁶, Alberto Gutiérrez Becerra⁷, Pascal Loyer⁸, Monica Bravo Anaya²

¹Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. ²Université de Rennes, ISCR, France. ³Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Química, Mexico. ⁴Université de Rennes, IPR, France. ⁵Université de Bordeaux/ENSCBP/CNRS, LCPO, France. ⁶Université de Rennes, ENSCR, France. ⁷Universidad de Guadalajara, Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Mexico. ⁸Université de Rennes, Institut NUMECAN, France.

In recent years, natural and synthetic polycations have been investigated as vectors for nucleic acid-based therapies such as gene therapy, which relies on the delivery of genetic material into specific cells for the treatment of various diseases. These polycations form complexes with DNA or RNA through electrostatic interactions, generating nanoparticles commonly known as polyelectrolyte complexes (PECs) or polyplexes. Among them, synthetic polypeptides such as poly-L-lysine (PLL) have attracted considerable interest due to their biocompatibility and chemical versatility. Despite an extensive use of complexes in gene delivery, the physicochemical mechanisms governing their stability, their disassembly after endosomal escape, and their interactions with other biological molecules remain poorly understood.

In this work, two synthetically polypeptides, typical poly-L-lysine (PLL) and a novel analogue with new properties called poly(N-aminobutyl)glycine (PNL), were synthesized with different degrees of polymerization (DP= 30, 60 and 100 for PLL; and DP= 20, 50 and 100 for PNL) and were used to study the characteristics, stability and biological performance of polycation/ plasmid DNA (peGFP-C3) complexes. The stoichiometry of PLL/DNA and PNL/DNA complexes was determined by gel electrophoresis, conductivity and ζ -potential measurements. Then, we investigated how the polycation structure, degree of polymerization (DP), and charge ratio ($R = [N+]/[P-] = 3, 5, 10, 15$) influence complex size, polydispersity index (PDI), and surface charge. Colloidal stability was then evaluated in biological media and in presence of competitive biomacromolecules such as anionic polysaccharides. Finally, cell viability and transfection efficiency were studied in HEK293 cells.

Overall, the stoichiometric analysis showed that PLL/DNA complexes require less volume of PLL to reach the isoelectric point (IP) compared to PNL/DNA complexes, which require larger volumes of PNL, with no significant influence of molecular weight. The characterization of complexes revealed that particle size increases with higher molecular weight, while ζ -potential increases with both molecular weight and charge ratio. We found that some morphological differences were mainly driven by the chemical structure of the polycation. Furthermore, we found that temperature variations induced reversible and reproducible changes in complexes size. Regarding stability, complexes prepared with classical structures and high molecular weight were more resistant in biological media, while stability against the exposition of heparin was favored by higher molecular weight and charge ratio, independent of chemical structure. Notably, both PLL/DNA and PNL/DNA complexes maintained their physicochemical properties for at least seven days, highlighting their suitability for potential gene delivery applications.

Keywords: Polypeptides-based complexes, Syability, Gene delivery

Presenting author's email: lizethbravo13@gmail.com

S4-abs030

CHITOSAN/MALTODEXTRIN AND CHITOSAN/METHYLCELLULOSE NANOGELS: STRUCTURE DEPENDENT DRUG LOADING AND PH-RESPONSIVE RELEASE OF DOXORUBICIN

Karla Gricelda Fernández Solís¹, Daniela Eunice Romero-Hernández², Eduardo Mendizábal³, Julien Rosselgong⁴, Guillermo Toriz⁵, Alberto Gutiérrez Becerra⁶, Edgar Benjamin Figueroa Ochoa³, Monica Bravo Anaya⁴

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas E Ingenierías, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tonalá, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, CUCEI, Mexico. ⁴Université de Rennes, CNRS, France. ⁵Universidad de Guadalajara, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Mexico. ⁶Universidad de Guadalajara, CUTONALÁ, Mexico.

Nanogels are three-dimensional polymeric networks at the nanoscale, typically around 200 nm, composed of crosslinked polymers through their functional groups. Among the different types of nanogels, some of them exhibit sensitivity to external stimuli such as pH, temperature, or enzymatic activity, making them promising platforms for drug delivery. Biopolymer-based nanogels are of particular interest due to their biodegradability, biocompatibility, and non-toxicity. In this work, pH-sensitive nanogels were synthesized through a reductive amination reaction between chitosan and partially oxidized maltodextrin or methylcellulose, using safe, biocompatible, and readily available polysaccharides. Some variations in chitosan molecular weight, concentration and pH, as well as the oxidation degree of maltodextrin or methylcellulose (utilized as crosslinker agents), led to differences in the size and surface charge of the resulting nanogels. The pH-responsiveness was confirmed by the increase in size and ζ -potential of nanogels at lower pH values, attributed to particle swelling. Doxorubicin hydrochloride (DOXO-HCl) was successfully encapsulated in both types of nanogels and, depending on the crosslinking polysaccharide structure, ranged from 55% to 75% for maltodextrin/chitosan nanogels and from 90% up to 100% for methylcellulose/chitosan nanogels. Drug release experiments were carried out at 37 °C under physiological (pH 7.4), acidic (pH 5.5, simulating tumor microenvironments), and alkaline (pH 9.0) conditions, and the data were analyzed using five kinetic models. For maltodextrin/chitosan nanogels, the release profile was best described by the Korsmeyer–Peppas model, indicating a pH-dependent Fickian diffusion process. In contrast, methylcellulose/chitosan nanogels exhibited distinct behaviors: at pH 5.5 the release was governed by an erosion-controlled mechanism (Hopfenberg model), whereas at pH 7.4 and 9.0 drug release followed solubility-driven kinetics (Gompertz model). Overall, these findings highlight that chitosan-based nanogels combine high encapsulation efficiency with pH-responsive release, where the nature of the crosslinking polysaccharide plays an important role in both drug loading and release pathways.

Keywords: pH-sensitive nanogels, Biopolymers, Doxorubicin encapsulation and release

Presenting author's email: karlag.fersol@gmail.com

S4-abs032

BIONANOCOMPOSITOS OBTENIDOS A PARTIR DE ÁCIDO POLILÁCTICO Y NANOCELULOSA, EXTRAÍDOS DE LA PLANTA RICINUS COMMUNIS

Antonio Martínez Richa¹, Humberto Cruz Ramírez¹, Beatriz Liliana España-Sánchez²

¹Universidad de Guanajuato, Departamento de Química, Mexico. ²Centro de Investigación y desarrollo

tecnológico en electroquímica CIDETEQ, None, Mexico.

La higuera (Ricinus communis) es una especie herbácea con múltiples aplicaciones. En el ámbito farmacológico se utiliza como laxante y como agente antiinfeccioso y antiinflamatorio. El aceite extraído de higuera es una materia prima valiosa para la obtención de elastómeros y ha cobrado importancia en la producción de biocombustibles como biodiésel y bioetanol. La obtención de fibras celulósicas a escala nanométrica ofrece propiedades sobresalientes, entre ellas una alta resistencia mecánica, estabilidad térmica, aumento en área superficial entre otros. En este trabajo se presentan los resultados en la obtención de almidón y celulosa de Ricinus communis para la elaboración de bionanocompuestos, empleando ácido poliláctico como matriz polimérica y nanocelulosa como refuerzo, con aplicaciones potenciales en ingeniería biomédica

Keywords: Ricinus communis, Nanocelulosa, Acido poliláctico

Presenting author's email: richa28@msn.com

S4-abs034

INTEGRACIÓN DE UN EXOPOLISÁCARIDO Y DERIVADOS GLUCOSÍDICOS EN LA POLIMERIZACIÓN DE SOLUCIONES EUTÉCTICAS PROFUNDAS PARA APLICACIONES MÉDICAS

Blanca Rosa Aguilar-Uscanga¹, Dr. Álvaro de Jesús Martínez Gómez¹, Josué Raymundo Solís-Pacheco¹, Bryan Fernando Páramo Chávez¹

¹Universidad de Guadalajara, Ing. Química, Mexico.

Los solventes eutécticos-profundos (DES por sus siglas en inglés) han sido ampliamente estudiados como medios de extracción de compuestos funcionales. Estos presentan propiedades a los líquidos iónicos y destacan su versatilidad, presentando aplicaciones que incluyen la extracción de metabolitos de interés, síntesis química, procesos electroquímicos, almacenamiento de CO₂ y otras funciones con su elevadaviscosidad. Los DES, generalmente formulado como solución binaria, se obtiene a partir de la combinación de un aceptor y un donador de hidrogeno (por ejemplo, cloruro de colina-aceptor y urea-donador), constituyendo un líquido adecuado para procesos de polimerización frontal. Sin embargo, aún persiste el desafío de formular mezclas que optimicen de manera integral sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. El presente trabajo tuvo como objetivo polimerizar soluciones DES mediante la combinación de diferentes matrices. Para ello, se empleó cloruro de colina como aceptor de hidrogeno y como donadores de hidrógeno se evaluó etilenglicol, ácido láctico y ácido acrílico. Así mismo se incorporaron como soportes glucosídicos goma xantana, xilitol y un exopolisacarido (EPS) producido por *Lactiplantibacillus plantarum* LH04, con el fin de mejorar la estabilidad y sostenibilidad. La polimerización de estas matrices glicosídicas abre la posibilidad de generar materiales híbridos con propiedades funcionales, orientados en recubrimientos biodegradables, sistemas de liberación controlada y el desarrollo de biomateriales con potencial en la industria farmacéutica y de empaques sostenibles.

Keywords: solventes eutécticos, exopolisácarido, membrana

Presenting author's email: alvaro.mgomez@academicos.udg.mx

S4-abs035

Desarrollo de nanofibras coaxiales de zeína/gelatina para la liberación prolongada de metformina: Evaluación de la composición, estructura secundaria y características físicas

Eneida Azaret Montaña Grijalva¹, Francisco Rodríguez Félix¹, Dora Evelia Rodríguez Félix², Enrique Márquez Ríos¹, Carmen Lizette del Toro Sánchez¹, Jose Ricardo Nalda Molina³

¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigación y Posgrado En Alimentos, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Mexico. ³Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL-Fundación FISABIO), Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante, Spain.

Introducción: la diabetes es un problema de salud que provoca complicaciones como enfermedades cardíacas y neuropatías. Se origina cuando el páncreas no produce insulina eficientemente, causando hiperglucemia. Los tipos principales son diabetes tipo 1 y 2. El tratamiento para diabetes tipo 2 es la metformina, que requiere dosis altas y puede causar efectos secundarios. **Justificación:** los sistemas de administración de fármacos, como las nanofibras coaxiales, ofrecen una liberación controlada, ayudando a mitigar estos efectos secundarios. La zeína, una proteína del maíz, y la gelatina, derivada del colágeno, son polímeros efectivos para estas nanoestructuras debido a su biodegradabilidad y biocompatibilidad. **Objetivos:** este estudio se enfocó en explorar propiedades reológicas y factores composicionales de las nanofibras coaxiales de zeína/gelatina-metformina. **Metodología:** se prepararon y caracterizaron reológicamente soluciones para obtener nanofibras coaxiales de zeína/gelatina-metformina mediante electrohilado. Se abordó la influencia de viscosidad y parámetros de procesamiento en la formación de nanofibras. Las nanofibras fueron caracterizadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), calorimetría diferencial de barrido (DSC), difracción de rayos X (XRD) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). **Resultados:** morfológicamente se obtuvieron nanofibras sin defectos con diámetros de 195, 291 y 275 nm. DSC y XRD confirmaron que la zeína y la gelatina presentan transiciones de segundo orden (T_g), mientras que la metformina tiene transiciones de primer orden (T_m), pero permanece amorfa después del electrohilado. FTIR reveló interacciones entre componentes, sugiriendo la incorporación de metformina en las nanofibras. El análisis de la estructura secundaria mostró un aumento en el orden y la compacidad de las fibras al electrohilarse. **Conclusiones y recomendaciones:** estos hallazgos ofrecen una base para futuras investigaciones sobre las propiedades biológicas de las nanofibras de zeína/gelatina. Se recomienda explorar la viabilidad de estos sistemas para mejorar el tratamiento de diabetes tipo 2.

Keywords: biopolímero, coaxial nanofiber, metformin

Presenting author's email: eneida.azaret.mg@gmail.com

S4-abs039

IMPACT OF MIXING ORDER AND KINETICS ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF PEI/PEGFP-C3 COMPLEXES

Ana Sofia Rojas Noriega^{1,2}, Ma. Lizbeth Zepeda García^{1,2}, Pascal Loyer³, Alberto Gutiérrez Becerra¹, Lourdes Mónica Bravo Anaya²

¹Universidad de Guadalajara, CUTonalá, Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Mexico. ²Université de Rennes, CNRS, ISCR – UMR 6226, France. ³Université de Rennes, Inserm, INRAE, France.

Gene therapy has emerged as a promising strategy for the treatment of diverse diseases, ranging from genetic disorders to cancer and neurodegenerative conditions. Initially focused on repairing defective genes through DNA delivery, the field has expanded to include small nucleic acids such as siRNA and antisense oligonucleotides. Although viral vectors have been widely used, safer alternatives have been researched due to safety issues and production challenges. Among nonviral approaches, polyplexes, i.e. complexes formed between cationic polymers and nucleic acids, have emerged as promising delivery platforms. Polyethyleneimine (PEI) is one of the most widely studied polymers in this category, due to its high positive charge density and ability to form stable polyelectrolyte complexes. PEI is available across a broad range of molecular weights (Mw) and branching degrees, offering versatility in design. While many efforts have been made to study the delivery mechanisms of nucleic acids from complexes into cells, the formulation process, specifically how nucleic acids and polymers are combined, as well as the kinetics, has often received less attention. Furthermore, the structure of the resulting complexes and their stability have been less studied. In this work, we investigated how the order of component addition, the volumes used, and the kinetics of addition influence the physicochemical properties, stability and biological activity of PEI/plasmid pEGFP-C3 complexes (plasmid encoding green fluorescent protein). Two strategies were compared: (i) rapid addition of either PEI to pEGFP-C3, or pEGFP-C3 to PEI with vortexing, and (ii) slow, progressive addition of either PEI to pEGFP-C3, or pEGFP-C3 to PEI under gentle stirring. Four PEI samples of different molecular weights (0.8, 20, 25, and 60 kDa) were tested, forming complexes at a charge ratio of 10 ($R = [N^+]/[P]$). The hydrodynamic diameter of the complexes was calculated using Dynamic Light Scattering (DLS), and their surface charge was determined through zeta potential measurements. To assess the impact of mixing conditions on biological activity, GFP expression was evaluated by flow cytometry (FACS), and cell viability was measured using ATP (adenosine triphosphate) assays. Our results indicate that the method of component addition and the kinetics of addition influence the properties and biological activity of PEI/pEGFP-C3 complexes. Rapid addition of pEGFP-C3 to PEI with vortexing generally produced smaller hydrodynamic diameters, whereas slow, progressive addition of either PEI to pEGFP-C3 led to the formation of larger complexes. Among the PEI samples tested, PEI 25 kDa formed smaller complexes and showed higher transfection efficiency in HEK293T cells compared to other molecular weights. Transfection efficiency appeared to be influenced by the mixing conditions; this effect, together with ATP-based measurements of cell viability, is currently under investigation in ongoing experiments.

Keywords: Polyelectrolyte complexes, Polyethylenimine (PEI), Nucleic acid delivery

Presenting author's email: ana.noriega2123@gmail.com

S4-abs040

Síntesis de polietilenglicol por deshidrogenación

Nadia González Téllez¹, Guillermo Jesús Cruz Cruz², Maria del Rosario Mejia-Cuero³, Adriana Ventolero Hernández², Fernando G. Flores Nava², Ma. Guadalupe Olayo González²

¹Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, División de Ingeniería Química, Mexico. ²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Física, Mexico. ³Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Ingeniería Química, Mexico.

El polietilenglicol (PEG) es un polímero hidrofílico, biocompatible, con aplicaciones en farmacología como vehículo para almacenar, liberar fármacos y reparar tejidos. Comercialmente el PEG se sintetiza polimerizando óxido de etileno, $CH_2=CH-OH$, aunque también podría ser con $OH-CH=CH-OH$ u otras combinaciones. En esas estructuras la polimerización sería por apertura del enlace $C=C$ y el resultado se llamaría poli óxido de etileno

por su monómero de origen. En este trabajo se presenta otra estrategia de síntesis de PEG polimerizando etilenglicol (OH-CH₂-CH₂-OH) con descargas eléctricas de resplandor en fase gas sin iniciadores o catalizadores de las reacciones químicas. El resultado sería un PEG con estructura y propiedades ligeramente diferentes del PEG mencionado inicialmente porque en plasma las reacciones son por impacto de partículas que deshidrogenan las moléculas participantes, lo que lleva a crear y no a aniquilar los dobles enlaces iniciales, lo cual es un proceso químico inverso al comercial. En estas condiciones se obtuvieron películas delgadas de 30 micrómetros de espesor promedio. En el trabajo se discute la morfología, hidrofiliidad y estructura química con énfasis en los doble enlaces que marcarían la diferencia entre las diferentes versiones de PEG.

Keywords: Plasma, etilenglicol, películas delgadas

Presenting author's email: i2021310021@sfelipeprogreso.tecnm.mx

S4-abs041

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES ELABORADAS CON QUITOSANO Y POLI(ALCOHOL VINÍLICO)

Eder Salgado Benitez¹, Fidel Benjamín Alarcón Hernández¹, María del Carmen Fuentes Albarrán¹, Esteban Montiel Palacios¹, David Antonio Moreno Medina¹, José Luis Gadea Pacheco¹

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Mexico.

Se elaboraron películas a partir de la extracción y purificación del exoesqueleto del camarón y poli (alcohol vinílico) (PVA) con un grado de hidrólisis de 60%. Para la obtención del quitosano se llevó el siguiente proceso: despigmentación, desmineralización, desproteización y desacetilación, finalmente fue secado en una estufa hasta peso constante. Por separado se disolvió el PVA en una solución con agua y metanol al 10%, con un 5 % de PVA. La relación de las películas con respecto al quitosano y PVA fueron 80/20 y 70/30 respectivamente. El quitosano se mezcló en una solución de agua y metanol al 10% y después se adiciono el PVA en solución, se mezcló por unos 10 min y después fue vaciado en una caja Petri, silanizada previamente, para facilitar el desmolde posterior de la película. Se realizaron pruebas de infrarrojo, dureza y módulo de Young.

Keywords: Películas, Quitosano, poli(alcohol vinílico)

Presenting author's email: edersalgadob@gmail.com

S4-abs042

CRIO-LIOFILIZACIÓN POROSA DE POLIALILAMINA SOLUBLE

Esmeralda Carranza Carmona¹, Elena Colín Orozco², Adriana Ventolero Hernández¹, Ma. Guadalupe Olayo González¹, Fernando G. Flores Nava¹, Guillermo Jesús Cruz Cruz¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Física, Mexico. ²Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería, Mexico.

Los polímeros sintetizados por plasma se entrecruzan debido a las colisiones constantes de partículas bajo las que se forman. Esto los hace no solubles en general, aunque lo que se ha detectado es que se sintetizan varias fracciones del mismo polímero con diferente entrecruzamiento y solubilidad. En este trabajo se sintetizó y crio-liofilizó polialilamina (PAI) soluble por plasma para formar superficies porosas con el objetivo de incrementar los sitios de alojamiento de células. La PAI así sintetizada en este trabajo está formada por diferentes fracciones, que en conjunto tienen superficie lisa con zonas semi porosas con diámetro promedio de poro de 260 micrómetros. Al ser crio-liofilizada, la PAI absorbe líquidos que se congelan en el interior al bajar la temperatura a -180°C . Al descongelarse, los líquidos dejan poros en el polímero y también algunas fracciones pueden ser arrastradas por el líquido. Con el sistema PAI-agua-etanol de este trabajo, el diámetro promedio de poro aumentó a 440 micrómetros. En el trabajo se analiza este proceso y las fracciones poliméricas involucradas.

Keywords: Polialilamina, Plasma, Poros

Presenting author's email: carmonaesmeralda.08@gmail.com

S4-abs043

TRACKING CELLULAR UPTAKE OF PLASMID/POLYETHYLENIMINE-CY5 COMPLEXES IN HEK CELLS: INFLUENCE OF PEI MOLECULAR WEIGHT

Ma. Zepeda García^{1,2}, Julien Rosselgong², Pascal Loyer³, Christophe Schatz⁴, Alberto Gutiérrez Becerra¹, Monica Bravo Anaya²

¹Universidad de Guadalajara, Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Mexico. ²Université de Rennes, CNRS, ISCR, France. ³Université de Rennes, Inserm, INRAE, France. ⁴Université de Bordeaux/ENSCBP/CNRS, LCPO, France.

Gene therapy is a promising strategy for delivering genetic material into cells to treat various diseases or regulate cellular functions. Among gene delivery approaches, non-viral vectors offer several advantages over viral systems, including lower pathogenicity, reduced cost, and simpler production. Polyethylenimine (PEI) is a synthetic polymer widely used as a model polycation in non-viral gene delivery studies due to its high transfection efficiency, compatibility with serum-free media, and cost-effectiveness. Owing to its high density of protonatable amino groups, PEI carries a strong cationic charge that allows efficient condensation and stabilization of nucleic acids into nanoparticles, commonly known as polyelectrolyte complexes. Despite the extensive use of PEI, a critical gap remains in understanding how the internalization of PEI/nucleic acid complexes relates to endosomal escape and subsequent transfection efficiency. While internalization can be quantified, the relationships between plasmid internalization, intracellular trafficking, and the resulting gene expression are still poorly understood. To address this gap, we examined the relationship between internalization and transfection efficiency of peGFP-C3-based complexes using PEI samples of 0.8, 20, 25, and 60 kDa (both in their native form and conjugated to the fluorophore Cy5-NHS). Our findings demonstrate that the physicochemical properties of PEI/peGFP-C3 complexes, as well as their cellular internalization and transfection efficiency, depend on the molecular weight and chemical structure of PEI. Complexes formed with the PEI 25 kDa sample were smaller than those formed with other molecular weights, whereas complexes made with PEI 0.8 kDa and PEI 20 kDa exhibited lower surface charges. Notably, PEI 25 kDa achieved the highest transfection efficiency in HEK293T cells, despite all PEI samples showed a similarly high percentage of Cy5-positive cells. These results suggest that, although overall cellular uptake was comparable with all PEI molecular weights, the highest transfection efficiency of PEI 25 kDa may be linked to more favorable intracellular trafficking, including most probably an improved endosomal escape. A systematic study exploring

different charge ratios ($R = [N]/[P]$) and the kinetics of internalization and trafficking will be performed in future work.

Keywords: Polyplexes, Gene Delivery, Intracellular Trafficking

Presenting author's email: lizabeth.zepeda6155@alumnos.udg.mx

S4-abs045

Topical ophthalmic nanoformulation of astaxanthin: Physicochemical characterization and in vitro intraocular diffusion for retinal therapy

Marisol Alejandra Luviano García¹, Edgar José López Naranjo¹, José Navarro Partida²

¹Universidad de Guadalajara, Centro universitario de ciencias exactas e ingenierías, Mexico. ²Tecnologico de Monterrey, Escuela de medicina y ciencias de la salud, Mexico.

Oxidative stress is a key driver of retinal neurodegeneration in age-related macular degeneration (AMD), the leading cause of irreversible vision loss in the elderly. Astaxanthin (ASTAX), a potent antioxidant with neuroprotective properties, has demonstrated the ability to mitigate oxidative damage in retinal cells. However, its clinical application is severely hindered by poor aqueous solubility and limited ocular bioavailability. To address these challenges, we developed a topical ophthalmic liposomal nanoformulation of ASTAX designed to enhance corneal permeability and retinal delivery.

The formulation was developed using a self-assembling PEGylated lipid system, achieving an encapsulation efficiency >98%. Physicochemical characterization confirmed a nanoscale particle size, low polydispersity, and near-neutral zeta potential, ensuring stability and minimal electrostatic interactions. The formulation exhibited a physiologically compatible pH and osmolality, and transmission electron microscopy (TEM) validated its uniform spherical morphology.

In vitro intraocular diffusion studies using excised rabbit corneas demonstrated a significant enhancement in ASTAX permeation with the liposomal formulation compared to free ASTAX, supporting its potential for effective transcorneal transport and retinal bioavailability. These findings establish the feasibility of this nanocarrier system for non-invasive ocular drug delivery, addressing critical limitations in antioxidant-based retinal therapies.

With optimized physicochemical properties and enhanced intraocular permeability, this formulation represents a promising candidate for in vivo pharmacokinetic and therapeutic validation in AMD models, advancing the development of targeted, non-invasive neuroprotective strategies for retinal diseases.

Keywords: Nanoformulation, Astaxanthin liposomes, intraocular diffusion

Presenting author's email: marisol.luviano1389@alumnos.udg.mx

S4-abs046

Desarrollo y caracterización de compositos de Butirato Acetato de celulosa con biocarbones obtenidos por termocompresión

Rosa Gabriela López Gonzalez¹, Jeziel Olvera Pineda², Felipe Vázquez Dávila³, Roberto Carlos Vázquez Fletes²

¹Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Química, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, Ingeniería de Proyectos, Mexico.

El incremento de residuos plásticos derivados del petróleo ha impulsado el desarrollo de materiales alternativos basados en biopolímeros. En este trabajo se sintetizaron y caracterizaron materiales compuestos de butirato acetato de celulosa (CAB) reforzados con bio carbón obtenido a partir de fibras de coco mediante pirólisis controlada. Se evaluó el efecto de las condiciones de síntesis del bio carbón (300, 500 y 700 °C; 15 y 30 min) sobre su morfología, así como el impacto de distintas concentraciones de refuerzo (2, 6 y 10 % p/p) en las propiedades de los composites procesados por termocompresión.

Los rendimientos de pirólisis oscilaron entre 40 y 82 %, siendo las condiciones intermedias (500 °C, 30 min) las más favorables. El análisis SEM mostró un aumento en la porosidad y la formación de canales, mejorando la interacción con la matriz polimérica. El FTIR confirmó la disminución de grupos hidroxilo y el enriquecimiento en estructuras aromáticas.

Estos resultados demuestran que los compósitos CAB/bio carbón de coco son una alternativa sostenible con propiedades mejoradas, y representan un aprovechamiento viable de residuos agroindustriales para aplicaciones en empaques y en la industria automotriz.

Keywords: Biocarbon, Composito, CAB

Presenting author's email: Rosa.lopez@academicos.udg.mx

S4-abs047

EXTRACCIÓN DE NANOCELULOSA LAMINAR DE KELP COMERCIAL (MACROCYSTIS PYRIFERA)

Mónica Yolotzin Velasco Gómez¹, Leonardo Chávez Guerrero¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Investigación, Mexico.

La creciente demanda de materiales sostenibles ha impulsado la exploración de fuentes renovables para la producción de nanocelulosa (NC), destacando al Kelp (*Macrocystis Pyrifera*), una macroalga marina de rápido crecimiento y alta biomasa, como una fuente prometedora. En este estudio se propone una metodología para la extracción de NC a partir de Kelp, basada en un tratamiento térmico combinado con hidrólisis ácida, precedido por la eliminación de compuestos no deseados en este estudio como fucoidan y alginato. Posteriormente, se realiza la neutralización y purificación para asegurar la calidad y funcionalidad del material obtenido.

Para caracterizar las propiedades estructurales y morfológicas de la NC y las películas delgadas elaboradas, se emplearon cuatro técnicas complementarias. La espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) permitió identificar los grupos funcionales característicos de la celulosa, siendo estos el grupo carbonilo en 1740cm^{-1} , grupo metileno en 2925cm^{-1} y grupos hidroxilo en 3335cm^{-1} . La microscopía de barrido láser (MCBL) facilitó la evaluación de la topografía superficial y el grosor de las películas encontradas en un rango de 90 a 130nm. A su vez, la microscopía electrónica de barrido (MEB) proporcionó imágenes detalladas

de la morfología superficial y la disposición de red de la NC, teniendo un grosor de fibra de 5nm en promedio. Finalmente, la microscopía electrónica de transmisión (MET) permitió visualizar las fibrillas individuales, determinando sus dimensiones, relación de aspecto y grado de agregación.

Este enfoque integral no solo contribuye al diseño de materiales de alto rendimiento basados en NC, sino que también promueve la economía circular al aprovechar los recursos marinos renovables, posicionando al Kelp como una alternativa viable y respetuosa con el medio ambiente para producir biomateriales avanzados.

Keywords: Algas marinas, Minimización de residuos, Nanoláminas de celulosa

Presenting author's email: monika.velascogz@uanl.edu.mx

S4-abs048

SINTESIS DE HIDROGELES DE DOBLE PROTEÍNA A BASE DE CASEINA Y COLÁGENO PARA SU APLICACIÓN EN REGENERACION TISULAR

Mayte Ibarra Piña¹, María Ileana León Campos¹, Jesús Alejandro Claudio Rizo¹, Tirso Emmanuel Flores Guía¹

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Materiales Avanzados, Mexico.

La caseína es el componente principal de productos lácteos, posee una estructura multifacética y propiedades fisicoquímicas únicas que la convierten en un buen prospecto para su uso biomédico [1]. El colágeno, la principal proteína estructural de los tejidos animales, es uno de los componentes más utilizado en la elaboración de hidrogeles, pero sus propiedades como la estabilidad mecánica, térmica y degradación enzimática se ven afectadas considerablemente al extraerlo y utilizarlo, esto ha promovido la integración de otros biomateriales para mejorar estas propiedades [2]. Los hidrogeles son materiales poliméricos coadyuvantes en la regeneración de tejidos, los cuales deben ser capaces de ser incorporados en el cuerpo sin generar ningún tipo de perturbación y promover distintos procesos celulares [3]. En este trabajo se describe la síntesis de hidrogeles de doble proteína a base de caseína y colágeno mediante el uso de poliuretanos basados en los aminoácidos: L-histidina (L-H), L-tirosina (L-T) y ácido L-glutámico (L-Glut), mediante el entrecruzamiento químico por formación de enlaces urea con las proteínas. Las pruebas de reticulación indican un mayor porcentaje en el hidrogel basado en el poliuretano L-Glut con un 57.55% y la prueba de hinchamiento determinó un mayor porcentaje en el hidrogel basado en el poliuretano L-H con un 2451.22%, apuntando un superhinchamiento en los hidrogeles. Para verificar su biocompatibilidad, estos fueron evaluados mediante pruebas de proliferación, viabilidad en células de médula ósea porcina y hemólisis; obteniendo que los hidrogeles de este estudio no presentan una capacidad hemolítica mayor al 5%, indicando que son hemocompatibles, además de favorecer el metabolismo de las células de médula con los hidrogeles basados en los poliuretanos L-H y L-T, favoreciendo su proliferación, indicando su potencial uso en aplicaciones de medicina regenerativa.

Keywords: HIDROGEL, CASEÍNA, COLÁGENO

Presenting author's email: mayte.ib190705@gmail.com

S4-abs049

Desarrollo de un cemento geopolimérico como alternativa para aplicaciones odontológicas.

América Susana Mares García¹, Hanna Moreno Terrones², Erasto Armando Zaragoza Contreras¹, Angel Gustavo Bernal Treviño³, Alejandro Vega Rios¹, Miguel Alonso Orozco Alvarado¹, Claudia I. Piñón Balderrama¹, Claudia A. Hernández Escobar¹

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Ingeniería y Química de Materiales, Mexico. ²Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Chihuahua, Ingeniería y Química de Materiales, Mexico. ³Universidad Autónoma de Chihuahua, Odontología, Mexico.

Se desarrolló un cemento geopolimérico innovador como alternativa sostenible a los cementos dentales convencionales, como el Biodentine y el MTA, empleados en la reparación de defectos dentarios. Este geopolímero fue sintetizado a partir de ceniza volante derivada de cáscaras de trigo. La formulación incluyó la síntesis de un copolímero de ácido poli(acrílico-co-itacónico), evaluándose su preparación y propiedades físico-mecánicas.

Los resultados demuestran que el cemento geopolimérico presenta propiedades fisicoquímicas y mecánicas superiores, incluyendo una microdureza significativamente mayor, altos niveles de radiopacidad y un tiempo de fraguado reducido en comparación con los cementos tradicionales. Estas características confieren al cemento un desempeño mecánico adecuado y ventajas sustanciales en sostenibilidad y proceso de fabricación, posicionándolo como una opción prometedora y viable para diversas aplicaciones odontológicas.

Keywords: geopolímero, cemento dental, ceniza volante

Presenting author's email: america.mares@cimav.edu.mx

S4-abs051

HIDROGELES POLIMÉRICOS INTELIGENTES CON POTENCIAL USO EN MEDICINA REGENERATIVA Y FARMACÉUTICA

Cinthia Jhovanna Pérez Martínez¹, Ana Valeria Torres Figueroa¹, Teresa del Castillo Castro², Judas Tadeo Vargas Durazo¹, Simon Bernard Iloki Assanga¹, Griselda Nuñez Mejía¹, Silvia Elena Burruel Ibarra²

¹Universidad de Sonora, Departamento de Ciencias Químico Biología, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Mexico.

Los hidrogeles poliméricos inteligentes son materiales capaces de responder a estímulos como temperatura, pH, luz, enzimas, lo que les permite adaptarse al entorno biológico. Su capacidad para liberar fármacos de forma controlada y promover la regeneración tisular los convierte en herramientas clave en medicina regenerativa y farmacéutica. Además, su biocompatibilidad y estructura similar a los tejidos los hacen ideales para aplicaciones como la curación de heridas y la ingeniería de tejidos. Para diseñar y sintetizar estos hidrogeles, se deben seleccionar los materiales adecuados que ofrezcan propiedades como biocompatibilidad, capacidad de retención de agua, y respuesta a estímulos específicos. Polímeros como el PNIPAAm, sensible a la temperatura, y el quitosano, con propiedades antimicrobianas y regenerativas, son frecuentemente utilizados en combinación para potenciar sus funciones. La elección de estos componentes y su forma de entrecruzamiento influyen directamente en la estructura, estabilidad y funcionalidad del hidrogel, determinando su eficacia en aplicaciones terapéuticas. Por lo anteriormente mencionado, en el presente trabajo, se prepararon y caracterizaron hidrogeles poliméricos que responden a estímulos como la temperatura y el pH, con potencial aplicación en la liberación controlada de fármacos y la curación de heridas. Los sistemas preparados mostraron buenas propiedades de hinchamiento, bioadhesión, respuesta

termosensible y liberación sostenida del fármaco bajo condiciones fisiológicas.

Keywords: Hidrogeles inteligentes, aplicaciones biomédicas, Liberación controlada

Presenting author's email: jhovanna.perez@unison.mx

S4-abs052

Reciclaje de PET y cascara de huevo: Estudio exploratorio de composites base BHET e hidroxiapatita para la formulación de cementos óseos

Guillermo Miguel Herrera Magallanes¹, Aidé Saenz Galindo¹, Eder Iván Martínez Mora¹, Omar Fabela-Sánchez², Heriberto Rodríguez Tobías³

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico.

El reciclaje químico de residuos urbanos constituye una estrategia prometedora para obtener materiales de alto valor agregado. El reciclaje de residuos de polietileno tereftalato (PET) para obtener bis-hidroxietilitereftalato (BHET) ofrece una opción sostenible para sintetizar novedosos composites de poliéster insaturado (CPI), los cuales pueden formularse con agentes bioactivos, como la hidroxiapatita (Hap) obtenida del reciclaje de cascara de huevo, con la finalidad de obtener CPI que pudieran aplicarse como cemento óseo.

En este trabajo se obtuvo BHET a partir de botellas de PET post-consumo, empleándose en la preparación de poliésteres insaturados (PI) con 30 % en peso de BHET. Los polímeros fueron caracterizados mediante cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) y resonancia magnética nuclear de protón (RMN-1H), confirmando su estructura y peso molecular.

Los poliésteres se disolvieron en N-vinilpirrolidona (VP), que actuó como disolvente y monómero de entrecruzamiento. Las soluciones fueron evaluadas mediante reometría, así como por espectroscopía infrarroja (FTIR/ATR). Posteriormente, se formularon pastas de PI/VP con 0, 20 y 40 % de Hap. Los PI/VP-Hap fueron curados con dimetilnilina y peróxido de benzoilo, obteniéndose CPI termofijos relativamente homogéneos.

El análisis espectroscópico confirmó la incorporación de BHET en los poliésteres, así como la formación de redes entrecruzadas estables en presencia de VP e Hap. Para evaluar el potencial de los CPI como cemento óseo, se realizó un ensayo preliminar de citotoxicidad a 24h mediante la técnica de MTT. Estos resultados sugieren que la combinación de BHET reciclado e Hap en compuestos de poliéster insaturado permite desarrollar materiales sostenibles con potencial biocompatibilidad, permitiendo al mismo tiempo el aprovechamiento de residuos plásticos, avícolas y la obtención de un sistema latentemente aplicable al campo de la salud ortopédica.

Keywords: compuestos poliéster insaturados, citotoxicidad, hidroxiapatita

Presenting author's email: guillermo_herrera@uadec.edu.mx

S4-abs053

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE MEMBRANAS COAXIALES ELECTROHILADAS PARA LA LIBERACIÓN TRANSDÉRMICA CONTROLADA DE ACICLOVIR

Hector Bustamante¹, Hisila del Carmen Santacruz Ortega¹, María Mónica Castillo Ortega¹, Dora Evelia Rodríguez Félix¹, Erika Silva Campa², Yedith Soberanes Duarte¹, Ignacio Alfredo Rivero Espejel³, Lerma Chan Chan⁴

¹Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Física, Mexico. ³Tecnologico Nacional de Mexico/Instituto Tecnológico de Tijuana, Centro de Graduados e Investigación en Química, Mexico. ⁴Universidad de Sonora, Departamento de Física, Mexico.

El virus del herpes simple tipos 1 y 2 (HSV-1, HSV-2) constituye un problema de salud frecuente, especialmente en individuos inmunocomprometidos, al provocar lesiones cutáneas dolorosas y recurrentes. El aciclovir (ACV) es el fármaco de elección para su tratamiento; sin embargo, su baja solubilidad y limitada permeabilidad reducen su eficacia clínica. Con el objetivo de mejorar su administración, en este estudio se desarrollaron y caracterizaron membranas poliméricas electrohiladas a base de poli(ε-caprolactona) (PCL), ácido poliláctico (PLA) y acetato de celulosa (CA), diseñadas para la liberación controlada de ACV con potencial aplicación en parches transdérmicos.

Se elaboraron fibras uniaxiales y coaxiales mediante electrohilado y se evaluaron sus propiedades morfológicas, químicas, térmicas, mecánicas y biológicas. Las técnicas de SEM y TEM confirmaron la formación homogénea de fibras y la correcta estructuración coaxial. FTIR evidenció la incorporación del fármaco en la matriz polimérica. Los análisis térmicos (TGA, DSC) mostraron reducción de cristalinidad, favoreciendo la dispersión del ACV, mientras que las pruebas mecánicas revelaron mayor resistencia y elasticidad en las fibras coaxiales.

Los estudios de liberación indicaron un comportamiento sostenido, ajustado al modelo de Korsmeyer-Peppas. La citotoxicidad, evaluada en células ARPE-19 mediante el ensayo MTT, mostró viabilidad superior al 80%, confirmando la biocompatibilidad. Estos resultados posicionan a las membranas coaxiales electrohiladas como una estrategia prometedora para la administración transdérmica de ACV en lesiones cutáneas asociadas a herpes.

Keywords: electrohilado, andamio, aciclovir

Presenting author's email: hectoralmendra25@gmail.com

S4-abs054

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN HIDROGEL DE DOBLE PROTEÍNA COLÁGENO-CASEÍNA CON RETICULANTE BASE POLIURETANO PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS

Daniel Alejandro Espinoza Carmona¹, Jesús Alejandro Claudio Rizo¹, Denis Aidée Cabrera Munguía¹, Lucia Fabiola Cano-Salazar¹

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Materiales Avanzados, Mexico.

Los hidrogeles son materiales de interés biomédico debido a su biocompatibilidad y capacidad para simular entornos fisiológicos [1]. Sin embargo, el colágeno, ampliamente utilizado en estos sistemas, a pesar de sus propiedades benéficas como su alta biocompatibilidad derivada de su capacidad de distribuir correctamente los nutrientes por la tendencia de formar matrices fibrilares, presenta limitaciones mecánicas y alta susceptibilidad a la degradación enzimática [2]. En este trabajo se desarrolló un hidrogel híbrido basado en colágeno tipo I y caseína, reticulado con poliuretano mediante enlaces urea, para mejorar sus propiedades estructurales y funcionales. La caseína fue extraída a partir de leche comercial mediante precipitación ácida y caracterizada en función de su estabilidad coloidal a diferentes pH. Poste

Keywords: hidrogel, biocompatibilidad, caseína

Presenting author's email: danielospinoza@uadec.edu.mx

S4-abs010 Invited Talk

REPASANDO Y REPENSANDO SOBRE LOS POLIURETANOS DE USO MEDICO

Juan Valerio Cauich Rodriguez¹

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

Los poliuretanos se usan en nuestra vida diaria no solo como termoplásticos (adhesivos para calzado, partes de automóviles, textiles) o termofijos (espumas para colchones o muebles, en aislamiento, impermeabilizantes) sino también como biomateriales poliméricos de uso directo o como parte de un dispositivo médico. En este sentido son materiales tan versátiles que pueden usarse como materiales sustitutivos de tejido duro y de tejido blando en el ser humano. Aunque parece que ya se ha dicho todo, existen numerosos retos pendientes. Por ejemplo, para hacerlos mas biocompatibles se están diseñando poliuretanos con polioles basados en aceites vegetales, se usan isocianatos oligoméricos o se busca que el uretano no se forme a partir del uso de isocianatos. Del mismo modo, se busca la formación de redes a través de entrecruzamientos reversibles (vitrimeros) o se buscan catalizadores alternos al estaño basados en ácidos o bases orgánicas. Las mejoras mecánicas hoy en día, recurren al uso de nanopartículas, nanoarcillas o nanoestructuras de carbono donde también es deseable que los poliuretanos presenten memoria de forma. En términos de su manufactura no solo el uso del electrohilado o la formación de espumas es perseguida sino también nuevas mejoras a través de la impresión 3D donde se puede personalizar y usar menos material.

Durante la plática presentarán algunos ejemplos de poliuretanos que emplean poliésteres alternos a la PCL como polioles y se ejemplificará su uso en poliuretanos con memoria de forma cuando se les añada nanotubos de carbono. También se demostrará que pueden usarse como ductos para guías nerviosas empleados en la reparación de nervio periférico variando el contenido de segmentos rígidos y como injertos vasculares tricapa a base de poliuretanos amorfos para reducir su complianza.

Keywords: biomateriales, poliuretanos, medicina

Presenting author's email: jvcr@cicy.mx

S4-abs008 Invited Talk

POLÍMEROS TERMOSENSIBLES Y FLUORESCENTES: DESDE NANOTERMÓMETROS HASTA SISTEMAS PARA

TERAPIA Y DIAGNÓSTICO CONTRA EL CÁNCER

Angel Licea Claverie¹, Mirian Angelene González Ayón², Jesús Eduardo Márquez Castro Márquez Castro², Diana V. Félix Alcalá², Hector Mael Gálvez Limón², Georgina Pina Luis², Lizbeth Alexis Manzanares Guevara³
¹Instituto Tecnológico de Tijuana/TECNM, Centro de Graduados E Investigacion En Quimica, Mexico. ²Tecnologico Nacional de Mexico/Instituto Tecnologico de Tijuana, Centro de Graduados e Investigacion en Quimica, Mexico. ³CICESE, Departamento de Innovacion Biomedica, Mexico.

Esta plática se enfoca en la preparación, caracterización y aplicación de polímeros termosensibles funcionalizados covalentemente con compuestos fluorescentes orgánicos, ya sea compartamentalizados o distribuidos aleatoriamente: copolímeros en bloque, polímeros telequelícos, nanogeles núcleo-coraza y su autoensamblaje/contracción impulsada por la temperatura y el efecto resultante en la fluorescencia: apagamiento, incremento, desplazamiento. Se revisarán los distintos sistemas reportados en la literatura en los últimos 10 años y las aplicaciones sugeridas de estos materiales inteligentes: desde nanotermómetros, sensores, nanomateriales para bioimagen, nanoacarreadores de fármacos y sistemas teranósticos para el tratamiento del cáncer. Finalmente presentaremos algunos resultados preliminares de nuestro grupo de trabajo en torno a la preparación de copolímeros en bloque que se autoensamblan en micelas poliméricas y su comportamiento de fluorescencia al variar temperatura y pH. De la misma manera resultados de preparación y comportamiento de nanogeles núcleo-coraza con entidades fluorescentes, su comportamiento de fluorescencia y su aplicación a la trazabilidad de estos nanomateriales en estudios en células.

Keywords: Polimeros termosensibles, Polimeros fluorescentes, Teranostica

Presenting author's email: alicac@tectijuana.mx

S4-abs002

PLATAFORMAS BIOPOLIMÉRICAS: HIDROGELES DE NANOCELULOSA BACTERIANA CARBOXILADA COMO ANDAMIAJES INTELIGENTES

Elizabeth Mavil-Guerrero¹, José Romo-Herrera¹, Priscila Quiñonez-Angulo², Francisco Javier Flores-Ruiz³, Edén Morales-Narváez¹, Félix Armando Soltero⁴, Karla Oyuky Juárez-Moreno¹, Josue Mota-Morales¹

¹Univeridad Nacional Autónoma de México, Nanotechnology, Mexico. ²The Ohio State University, Chemistry, United States. ³Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, Nanotechnology, Mexico. ⁴Universidad de Guadalajara, Nanotechnology, Mexico.

Las técnicas tradicionales de cultivo celular en dos dimensiones (2D) presentan limitaciones significativas al no reproducir la arquitectura tridimensional (3D) ni el microambiente fisiológico de los tejidos nativos, lo cual restringe funciones celulares clave como la proliferación, diferenciación y comunicación intercelular. En respuesta a esta necesidad, desarrollamos un novedoso andamiaje tridimensional basado en nanocelulosa bacteriana carboxilada (BNC-COOH), funcionalizada mediante disolventes eutécticos profundos (DES), para aplicaciones en cultivo celular. La BNC-COOH resultante presenta propiedades fisicoquímicas mejoradas, incluyendo mayor capacidad de hinchamiento, porosidad y biocompatibilidad. Su caracterización integral se realizó mediante técnicas como FTIR, SEM, XRD, AFM, TGA y análisis reológico, confirmando su estructura porosa y de adhesión. Ensayos in vitro revelaron que este hidrogel promueve de forma efectiva la adhesión, proliferación y diferenciación de fibroblastos, mimetizando el entorno extracelular de tejidos en comparación con superficies 2D convencionales. Este biomaterial ofrece una plataforma versátil no solo para la ingeniería

de tejidos, sino también para el diseño de sistemas híbridos con materiales plasmónicos, orientados al desarrollo de biosensores que monitoreen en tiempo real metabolitos celulares. Actualmente, se trabaja en la optimización de estas plataformas híbridas para expandir su aplicación en investigación biomédica avanzada.

Keywords: nanocelulosa bacteriana, andamiajes tridimensionales, biomateriales

Presenting author's email: emavil@pceim.unam.mx

S4-abs001 Invited Talk

DEVELOPMENT OF PCL DIOL/CHITOSAN BLENDS AS TISSUE ENGINEERING SCAFFOLD: COMPATIBILIZATION EFFECTS INDUCED BY THE PRESENCE OF CARBON NANOTUBE

Antonio Martinez Richa¹, Victor H Antolin-Ceron², David Gonzalez-Jauregui², Pedro Astudillo-Sánchez², Jesus Cabrera-Chavarría², Hugo A. Andrade-Melecio³, Karla A Barrera-Rivera⁴

¹Universidad de Guanajuato, Chemistry Department, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Departamento De Ciencias Básicas Aplicadas, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, Departamento De Ingeniería mecánica eléctrica, Mexico. ⁴Universidad de Guanajuato, Departamento De Química, Mexico.

Chitosan-poly(ϵ)caprolactone diol (PCL) blends have high potential as tissue engineering scaffolds to produce artificial vascular grafts. Modification of mechanical, thermal and barrier properties of blend films by (i) using different amounts of PCL and (ii) the addition of a nanofiller, were determined. Films made from different ratios of chitosan-PCL diol blends were reinforced using multiwalled carbon nanotubes (MWNTs), functionalized with different functional groups (tannic acid via no-covalent functionalization, poly(citric acid), poly(urea-urethane), and poly(amino-amido) dendrimer). Effects on structural interactions, morphological, and mechanical features induced in MWNTs/Blend nanocomposites were studied by Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), differential scanning calorimetry (DSC), scanning electron microscope (SEM), field emission scanning electron microscopy (FE-SEM), and strain–stress testing. It was found that selective insertion of functionalized carbon nanotubes in either PCL or chitosan domains occurs, and some of these interactions improve compatibilization between polymers in the blend.

Keywords: polymer blends, nanocomposites, carbon nanotubes

Presenting author's email: richa28@msn.com

S4-abs003

NANOGELES TERMOSENSIBLES Y GALACTOFUNCIONALIZADOS PARA LA LIBERACIÓN SIMULTÁNEA DE CURCUMINA Y 5-FLUOROURACILO CON POTENCIAL APLICACIÓN EN TERAPIA QUIMIO-FOTOTÉRMICA PARA CÁNCER DE COLÓN'

Diana V. Félix-Alcalá¹, Mirian A. González-Ayón¹, Angel Licea-Claverie¹, Lizbeth A. Manzanares-Guevara², Alexei F. Licea-Navarro²

¹Instituto Tecnológico de Tijuana/TECNM, Centro de Graduados e Investigación en Química, Mexico. ²CICESE,

Departamento de Innovación Biomédica, Mexico.

El desarrollo de sistemas poliméricos de liberación de fármacos constituye una estrategia prometedora para mejorar la eficacia terapéutica y reducir los efectos secundarios de los tratamientos oncológicos convencionales. En este trabajo se presenta la síntesis y caracterización de nanogeles termosensibles y galactofuncionalizados como plataformas multifuncionales para la liberación de curcumina (CUR) y 5-fluorouracilo (5-FU), con aplicación potencial en la terapia combinada quimio-fototérmica. Se sintetizaron nanogeles de poli(N-vinilcaprolactama) con coraza de poli(etilenglicol) metiléter mediante polimerización por emulsión libre de tensoactivo, incorporando metacrilato de 2-lactobionamidoetilo con el objetivo de brindar selectividad hacia las células de cáncer con sobreexpresión de receptores afines a galactosa y N-vinilpirrolidona para ajustar la temperatura de respuesta. Los tamaños se obtuvieron entre 74 y 270 nm, mientras que la temperatura de transición de fase volumen (T_{VPT}) se logró ajustar de 32 °C a 36 °C y hasta 39 °C. Los nanogeles se cargaron con nanobastones de oro (GNRDs) sintetizados con relación de aspecto (R) de 4.12 ± 0.184 y una resonancia de plasmón superficial localizada (LSPR) longitudinal a 820 nm. En nanogeles seleccionados se cargaron GNRDs, 5-FU y CUR, para estudiar las cinéticas de liberación de 5-FU y CUR, con y sin la irradiación en el infrarrojo cercano (NIR) a 808 nm (500 mW). Los estudios demostraron que los nanogeles permitieron una liberación controlada y existieron diferencias significativas en la liberación in vitro de 5-FU y CUR con el efecto del láser NIR. Los ensayos in vitro en línea celular HCT-116 demostraron citocompatibilidad de los nanogeles seleccionados sin cargar hasta $100 \mu\text{g mL}^{-1}$ y la citotoxicidad fue dependiente de la concentración de GNRDs.

Keywords: Nanogel termosensible, Terapia fototérmica, Curcumina

Presenting author's email: d24210007@tectijuana.edu.mx

S4-abs004

NATURAL THERAPEUTIC EUTECTOGELS AS ALTERNATIVES TO ENHANCE WOUND HEALING

Luis Alfonso Jiménez Ortega¹, Josue Mota-Morales², José Basilio Heredia³

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Food Science & Technology, Mexico. ²Univeridad Nacional Autónoma de México, Polymers, Mexico. ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Food Science and Technology, Mexico.

Wounds in Mexico pose a significant public health challenge. The direct monthly costs for outpatient treatment are estimated to exceed 46 million pesos, while hospitalizations amount to around two billion pesos, placing a considerable financial burden on the country's health sector. The national prevalence of pressure wounds is reported at 12.92%. Furthermore, other types of wounds, such as diabetic foot ulcers, surgical wounds, trauma, burns, and vascular ulcers, are also highly prevalent in the country. Thus, the pursuit of new, sustainable, and cost-effective treatments that expedite healing is an area of ongoing research. The aim of this study was to develop a coating made from gelatin and deep eutectic solvents (DES), incorporated with quercetin and rutin, and to characterize its mechanical and spectroscopic properties. Additionally, we proposed the use of fruit anthocyanins as pH-sensitive molecules to create a colorimetric sensor that indicates pH changes in wounds. To prepare the DES, betaine was used as a hydrogen bond acceptor and glycerol as a donor, mixed in a 1:2 molar ratio, along with 20% (w/w) distilled water. The mixture was heated to 80 °C for 45 min until it became homogeneous and transparent. For the production of the eutectogel, 22% gelatin, 77% of the prepared DES, and 1%, 2.5%, or 5% of quercetin or rutin (with the proportion used subtracted

from the DES) were combined. This mixture was again heated to 80 °C with constant stirring for 45 minutes until it clarified, then poured into silicone molds and allowed to cool to 10 °C. Once the eutectogels were formed, they underwent mechanical characterization in both compression and tension using a Zwick-Roell universal testing machine. Functional groups were characterized using FTIR spectroscopy. Thirteen hydrogen bond donors of various chemical natures were employed for anthocyanin extraction, including carboxylic acids, polyols, and sugars. Two hydrogen bond acceptors were also evaluated: choline chloride and betaine. This resulted in a total of 27 different DES created using varying molar ratios. The extraction process was assisted by ultrasound, at 50°C, 45 min and 50 mg/mL utilized freeze-dried blueberry, blackberry, and hibiscus calyx. Quantification of the anthocyanins was performed through UV-Vis spectrophotometry at a wavelength of 535 nm. As results, the eutectogels reached maximum compressive stresses of up to 40 MPa under 90% strain, suggesting that as the concentration of flavonoids increased, the stress also increased due to the formation of a hydrogen bond network. This network was formed between the hydrophilic amino acids present in the gelatin, the hydroxyl groups of the flavonoids, and the hydroxyl groups of glycerol found in the DES. In terms of tensile properties, the eutectogels exhibited a deformation of up to 300%, with stress levels ranging from 300 to 400 kPa. The predominant functional groups identified in the IR spectra were those associated with the DES (-OH, C=O, C-O), while characteristics indicative of gelatin or flavonoids were not observed. Regarding anthocyanin extraction, higher yields were observed from blueberry and hibiscus. Notably, DESs containing carboxylic acids as hydrogen bond donors and choline chloride as a hydrogen bond acceptor yielded the best results. In the next phase of the project, extracts will be incorporated into the eutectogels, and colorimetric changes will be assessed at different pH levels. The mechanical and spectroscopic properties will also be reevaluated to determine any modifications caused by the addition of the extracts. Furthermore, UV-Vis release profiling will be conducted, along with an assessment of the antibacterial properties of the extracts.

Keywords: Eutectogels, Flavonoids, Mechanical Properties

Presenting author's email: ljimenez222@estudiantes.ciad.mx

S4-abs006

POLÍMEROS EN BLOQUE ANFIFÍLICOS Y SU APLICACIÓN PARA CARGADO Y LIBERACIÓN DE COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS CON ACTIVIDAD ANTITUMORAL POTENCIAL

Alejandro Ramírez Jiménez^{1,2}, Angel Licea Claverie², Angela María López Calvo³, Elizabeth Gómez Pérez⁴, José Miguel Galván Hidalgo⁵

^{1, 2}Instituto Tecnológico de Tijuana/TECNM, Centro de Graduados E Investigación En Química, Mexico. ³ Instituto Tecnológico de Tijuana/TECNM, NA, Mexico. ⁴Univeridad Nacional Autónoma de México, Química Inorgánica, Instituto de Química, Mexico. ⁵Univeridad Nacional Autónoma de México, Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, Mexico.

Los copolímeros con arquitectura de bloques anfifílicos, pueden autoensamblarse en medio acuoso para formar diferentes estructuras. Estas se pueden aprovechar, por ejemplo, para ser utilizadas como transportadores de moléculas poco solubles. En este trabajo, se sintetizaron polímeros anfifílicos con un bloque termosensible a base de poli(metacrilato de dietilenglicol metiléter-co-metacrilato de oligo(etilenglicol) metiléter) PDO y un bloques pH sensible a base de poli(metacrilato de 2-(N,N-dietilamino)etilo) (PDEAEM). La síntesis de estos copolímeros se llevó a cabo mediante polimerización RAFT, una vez obtenidos y caracterizados, se evaluó su respuesta al pH y la temperatura así como su concentración micelar crítica, para los estudios de cargado y liberación se usaron dos complejos de organoestaño(IV) que han presentado una

alta actividad citotóxica contra diferentes líneas celulares cancerosas; finalmente se evaluó su actividad citotóxica contra células cancerosas mediante el método de tinción con sulforodamina B. Los resultados mostraron que los sistemas presentaron respuesta al pH y la temperatura, que forman micelas de unos pocos nanómetros con una CMC de microgramos por litro, además, fueron capaces de cargar y liberar los complejos organometálicos no solubles. Las micelas poliméricas formadas, mostraron ser no citotóxicas por sí solas, incluso a concentraciones altas, pero una vez cargadas con los compuestos organometálicos, presentaron citotoxicidad alta hacia la mayoría de las células cancerosas evaluadas mostrando una toxicidad menor en la línea celular sana. Estos resultados indican que los sistemas poliméricos son nanoacarreadores prometedores para este tipo de complejos organometálicos, sobrepasando así la desventaja de su baja solubilidad en medio acuosos.

Keywords: Polímeros inteligentes, Nanoacarreadores poliméricos, Micelas poliméricas

Presenting author's email: alejandro.ramirezj@tectijuana.edu.mx

S4-abs012

MULTIFUNCTIONAL POLYMERIC PATCHES FOR SKIN REGENERATION AND CONTROLLED DRUG DELIVERY

Perla Garcia¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Materiales Avanzados, Mexico.

Multifunctional polymeric patches represent a cutting-edge approach for promoting skin regeneration while enabling controlled drug delivery. In this work, a multilayered patch was developed via electrospinning, incorporating both regenerative and antimicrobial functionalities. Bioactive agents such as collagen and keratin were encapsulated in specific layers to promote skin tissue repair, while methylglyoxal (MGO), a potent antimicrobial compound, was incorporated to inhibit bacterial growth commonly found in chronic wounds. The multilayer architecture enabled spatial and temporal control over therapeutic release.

To validate the patch's performance, a comprehensive evaluation was conducted. Antimicrobial activity of each layer and the complete patch was assessed following the JIS Z 2801 (Japanese Industrial Standard, 2000) to ensure efficacy against wound-related bacteria. Biocompatibility was examined through in vitro cell culture assays in accordance with ISO 10993-5, allowing for the determination of cytotoxic effects of the materials and released agents. Additionally, the sequential release kinetics of the therapeutic compounds under physiological conditions were determined to confirm the system's capacity for controlled and sustained delivery.

The results underscore the potential of this multilayer electrospun patch as an advanced transdermal therapeutic platform for the treatment of chronic wounds, combining targeted antimicrobial protection with enhanced regenerative support.

Keywords: biopolimer, parch, drug delivery

Presenting author's email: perla.garcia@ciqa.edu.mx

S4-abs021 Invited Talk

CARTÍLAGO ARTICULAR: MODELOS PARA SU COMPORTAMIENTO MECÁNICO

Roberto Olayo Gonzalez¹, Omar Eduardo Uribe Juárez¹, Nancy Cecilia Islas Arteaga², Ma. Guadalupe Flores Sanchez³

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Física, Mexico. ²Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ingeniería Eléctrica, Mexico. ³Universidad LaSalle México, facultad de Ingeniería, Mexico.

El cartílago articular es un tejido conectivo especializado que recubre las superficies de las articulaciones sinoviales. Su composición es única, una matriz extracelular rica en colágeno tipo II, proteoglicanos y hasta un 80% de agua, esto le otorga propiedades mecánicas notables, en particular un comportamiento viscoelástico que combina respuestas elásticas y viscosas. Estas características también le permiten absorber impactos y facilitar la lubricación de la articulación.

No obstante, el cartílago articular es un tejido avascular, lo que limita significativamente su capacidad de regeneración tras una lesión. El daño en este tejido puede derivar en dolor, pérdida de movilidad y enfermedades articulares degenerativas como la osteoartritis. En respuesta a este desafío, la ingeniería de tejidos ha desarrollado estrategias prometedoras para fomentar la reparación del cartílago mediante terapias celulares, el uso de factores de crecimiento, biomoléculas como los agregados, y andamios biocompatibles que imitan la estructura del cartílago nativo.

Para comprender y estudiar el comportamiento mecánico del cartílago, se han propuesto diversos modelos constitutivos. Muchos de estos modelos viscoelásticos emplean combinaciones de resortes y amortiguadores para modelar las respuestas elásticas y viscosas del tejido.

En este trabajo, se presenta la generación de cartílago mediante técnicas de ingeniería de tejidos y el análisis de sus propiedades mecánicas utilizando modelos viscoelásticos.

Keywords: Cartílago, Modelos viscoelásticos, Ingeniería de Tejidos

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

S4-abs036

EXTRACCIÓN SUCESIVA DE FUCOIDAN, ALGINATO DE CALCIO Y NANOCELULOSA 2D DE ALGAS PARDAS (SARGASSUM SPP.)

Leonardo Chávez¹, Ramón Valdivia González², Mónica Yolotzin Velasco Gómez¹, Julio Silva Mendoza³, José Ysmael Verde Gómez⁴

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Nanotechnology, Mexico. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Nanotechnology, Mexico. ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Laboratorio de Análisis Químicos, Mexico. ⁴ Tecnológico Nacional de México-ITVE, Laboratorio de Residuos, Mexico.

Recientemente se ha incrementado el interés por los biopolímeros, en el caso de los polisacáridos de importancia se pueden mencionar a la celulosa, la quitina y los alginatos. En el presente trabajo, se propone la síntesis de materiales de alto valor a partir de *Sargassum spp.* mediante un proceso novedoso. El método implica un tratamiento térmico preliminar seguido de hidrólisis, que abarca cuatro pasos clave: extracción de

fucoïdan, extracci3n de alginato de sodio, gelificaci3n de alginato de calcio y aislamiento de nanocelulosa laminar (2D). Se caracterizaron las esferas de alginato de calcio y nanol3minas de nanocelulosa ($t \gg 40\text{-}240$ nm) mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), microscopía láser de barrido (LSM) y microscopía electr3nica de barrido (SEM). Los datos de FTIR facilitaron la identificaci3n de los grupos funcionales para evaluar la influencia del cloruro de calcio en el alginato (1600 cm^{-1}) y el correcto aislamiento de la nanocelulosa (895 cm^{-1}). Las microfografías obtenidas mediante análisis de SEM y LSM muestran las nanofibras internas de celulosa (10 a 25 nm), lo que confirma el éxito de la extracci3n de nanocelulosa 2D. El método produce dos compuestos químicos esenciales con valor comercial, esto utilizando solamente residuos de algas pardas como materia prima.

Keywords: Nanocelulosa laminar, Gestión de residuos, Nanotecnología

Presenting author's email: guerreroleo@hotmail.com

S4-abs022

NANOCOMP3SITO PH-TERMO SENSIBLE BASADO EN NANOPARTÍCULAS DE CuO Y POLI(4-VINILPIRIDINA-co-N-VINILCAPROLACTAMA) PARA CARGA Y LIBERACI3N DE DOXORRUBICINA: SÍNTESIS, CARACTERIZACI3N FÍSICOQUÍMICA Y EVALUACI3N BIOL3GICA

Daniela Nataly Diaz Zepeda¹, Héctor Iván Meléndez Ortiz², Rebeca Betancourt Galindo¹, Bertha Alicia Puente Urbina¹

¹Centro de Investigaci3n en Química Aplicada, Advanced Materials, Mexico. ²Centro de Investigaci3n en Química Aplicada, Polymerization Processes, Mexico.

Actualmente, existe una amplia variedad de fármacos utilizados para el tratamiento de cáncer, sin embargo, estos tienden a causar fallas importantes a nivel orgánico. Una manera de inhibir estos efectos es optimizar su administraci3n mediante nanoacarreadores híbridos a base nanopartículas de óxidos metálicos. Dichos materiales, en conjunto con polímeros sensibles a estímulos podrían modular la liberaci3n del fármaco y potenciar su efecto citotóxico. En el presente trabajo, se sintetizó un nanocompósito a base de nanopartículas de óxido de cobre (NPsCuO) y poli(4-vinilpiridina-co-N-vinilcaprolactama) (P(4VP-co-NVCL)) vía polimerizaci3n por radicales libres. Se estudió el efecto de la concentraci3n y relaci3n de 4VP: NVCL, así como tiempo de reacci3n sobre el proceso de injerto. Estos materiales fueron caracterizados mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR), análisis termogravimétrico (TGA) y potencial Z, microscopía electr3nica de transmisi3n (TEM) y esparsamiento dinámico de luz (DLS). Los nanocompósitos mostraron una morfología de matriz polimérica continua, con una dispersi3n heterogénea de NPsCuO y tamaños en un rango de 150 nm a 5 μm . Adem3s, manifestaron un carácter pH-termo responsivo, asimismo, fueron capaces de cargar y liberar doxorubicina (DOX) de forma controlada, exhibiendo una liberaci3n máxima del 87% a pH 5 y 37 °C. Finalmente, se evaluó su citotoxicidad en líneas celulares de fibroblastos (CCD 1132Sk) y cáncer de mama (MDA-MB-231) mostrando una reducci3n selectiva de la viabilidad celular en MDA-MB-231 de hasta un 70%.

Keywords: Nanoacarreador, poli(4-vinilpiridina-co-N-vinilcaprolactama), CuO

Presenting author's email: daniela.diaz.d23@ciqa.edu.mx

S4-abs015

EFFECT OF BENTONITE (BE) INCORPORATION ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND STRUCTURAL COHESION OF CHITOSAN BIOCOMPOSITES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Y. Lizandy Rosas-Rodríguez¹, Omar Fabela-Sánchez², Jesús Ortiz Palacios¹

¹Universidad de Guadalajara, Department of Engineering at CU Costa Sur, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Department of Macromolecular Chemistry and Nanomaterials, Mexico.

Y. Lizandy Rosas- Rodríguez¹, Omar Fabela-Sánchez², J. Ortiz-Palacios^{1*}

Chitosan (Qs) is a biopolymer with promising potential in biomedical applications. However, under physiological conditions, it exhibits mechanical and barrier limitations due to the weak intermolecular and intramolecular interactions inherent to its molecular structure. There is increasing interest in enhancing these properties by modifying the biopolymer with clays and/or natural cross-linking agents. In this study, the physical properties of chitosan were modified by incorporating bentonite (Be). The biocomposite materials were obtained by casting and prepared with varying percentages of Be (CSC, CSBe15, CSBe25, CSBe35, and CSBe45). Biofilms with good flexibility and adhesion were successfully developed and characterized by FTIR, WAXS, SAXS, TGA, and DSC. FTIR analysis confirmed the protonation of the Qs -NH₂ groups and the formation of hydrogen bonds (O-H/N-H band) at 3430 cm⁻¹. A band at 2941 cm⁻¹ and a shift in the C=O peak indicated cross-linking within the chitosan polymer chains, while the band at 1000 cm⁻¹, corresponding to Si-O bond vibrations, confirmed the presence of Be. WAXS and SAXS analyses revealed clay intercalation ($d \approx 1.8$ nm) with no evidence of exfoliation. Thermogravimetric analysis (TGA) showed improved thermal stability: neat chitosan (CSC) exhibited a T_{5%} of 121.47 °C, whereas Be-containing biofilms showed T_{5%} values ranging from 122.64 to 137.95 °C. Swelling tests in physiological saline revealed a 40% increase in swelling with the incorporation of Be; however, as Be content increased, the swelling capacity decreased. This suggests that bentonite acts as a secondary cross-linking agent, binding to chitosan chains through intermolecular forces, thereby enhancing the properties of pure chitosan. Preliminary bacteriological studies indicate a promising potential for these materials in biomedical applications.

Keywords: bentonite, Chitosan, biomedical

Presenting author's email: zandy.rosas.riguez@gmail.com

S4-abs031

PARCHES DE MICROAGUJAS PH-RESPONSIVOS A BASE DE HIDROGEL DE DEXTRANO Y POLI(ÁCIDO METACRÍLICO) PARA LIBERACIÓN CONTROLADA DE DOXORRUBICINA

Luis Antonio Rivera Escobedo¹, Héctor Iván Meléndez Ortiz², Rebeca Betancourt Galindo¹

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

El melanoma, el tipo de cáncer de piel más agresivo, representa sólo el 4% de los casos totales, sin embargo, es responsable del 80% de muertes por cáncer de piel debido a su alto potencial metastásico. Los tratamientos convencionales como la cirugía, quimio y radioterapia no suelen ser eficientes y además generan efectos secundarios graves. Para afrontar esta problemática, nuevas tecnologías más eficientes, selectivas y seguras son necesarias. La tecnología de microagujas promete un gran potencial en el área biomédica ya que

permite la administración transdérmica de medicamentos de forma indolora, no invasiva y de fácil auto aplicación en comparación con las agujas hipodérmicas, que minimiza la pérdida de fármaco al evitar el metabolismo de primer paso, y permite una liberación gradual al torrente sanguíneo, lo que resulta en una reducción en la cantidad de dosis necesarias. Estos sistemas se fabrican a partir de materiales biocompatibles y biodegradables para evitar efectos adversos en el sitio de aplicación. De acuerdo a su enfoque de liberación, pueden clasificarse como sólidas, huecas, recubiertas, solubles y base hidrogel. Los hidrogeles poseen características atractivas para aplicaciones biomédicas como alta flexibilidad, absorción de agua, consistencia similar a los tejidos, y propiedades mecánicas ajustables. De acuerdo a su fuente de origen pueden clasificarse como naturales, sintéticos e híbridos, estos últimos son aquellos que nacen de la combinación entre polímeros naturales y sintéticos, aprovechando así las ventajas de los naturales como biocompatibilidad, biodegradabilidad y bajo costo; y las propiedades mecánicas y estímulo responsivos (pH, temperatura, luz) de los sintéticos. El dextrano además de poseer propiedades biológicas óptimas, su modificación química con metacrilato de glicidilo permite su copolimerización con polímeros estímulo responsivos biocompatibles como el poli(ácido metacrílico). Por estas razones, en esta investigación se desarrollaron parches de microagujas base hidrogel híbrido pH-responsivo mediante la copolimerización de dextrano metacrilado y ácido metacrílico (MAA) para encapsulamiento y liberación de Doxorrubicina. Los hidrogeles fueron caracterizados a través de espectroscopía de infrarrojo (FTIR), se evaluó su tiempo de hinchamiento límite y su pH-responsividad. Una vez obtenidos los parches de microagujas con las mejores formulaciones, se caracterizaron morfológicamente a través de microscopía óptica digital y electrónica de barrido (SEM), se cargaron con Doxorrubicina y se realizaron perfiles de liberación a diferente valor de pH (5.0, 6.8 y 7.4). Los resultados derivados de esta investigación demostraron que la fabricación de parches de microagujas base hidrogel híbrido es posible. Además, se demostró que la metodología utilizada permite obtener parches con morfología adecuada para la aplicación planteada, sin defectos estructurales importantes. Los parches fabricados pueden ser cargados con fármaco vía in-situ, mantener su capacidad de hinchamiento y regular la liberación del medicamento en función del pH, siendo una opción atractiva para desarrollar sistemas transdérmicos de liberación controlada de medicamentos para su aplicación en cáncer de piel.

Keywords: Microagujas, pH-responsividad, Hidrogel híbrido

Presenting author's email: luis.rivera.d23@ciqa.edu.mx

S4-abs050

BIOPELÍCULAS DE ALGINATO DE SODIO ADICIONADAS CON MUCÍLAGO DE LINUM USITATISSIMUM: EFECTOS EN LA MICROESTRUCTURA, PROPIEDADES DE HINCHAMIENTO Y DESEMPEÑO MECÁNICO

Juana Reyes-Aguilar¹, Andrea Alejandra Hernández del Río¹, Edgar José Naranjo López², Francisco José Aranda García¹, Daniel Edén Ramírez Arreola¹

¹Universidad de Guadalajara, Engineering, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Chemical Engineering, Mexico.

En este estudio se desarrollaron biopelículas a base de alginato de sodio (3% p/v) adicionadas con mucílago de Linum usitatissimum (MULI, 0.5–1.5% p/v), incorporando goma xantana (0.075% p/v) y glicerol (1% v/v) como aditivos. Las películas se obtuvieron mediante el método de casting y fueron reticuladas por inmersión en soluciones de CaCl₂ (0.4% y 0.8% p/v), seguidas de secado a 60 °C durante 24 h para formar xerogeles. La caracterización incluyó FTIR, SEM, pruebas de hinchamiento y ensayos mecánicos (resistencia a la tracción, elongación y módulo de Young). Los resultados revelaron que la adición de MULI promovió una red polimérica

más densa y homogénea. Las películas sin mucílago, entrecruzadas con 0.4% CaCl_2 , exhibieron el mayor grado de hinchamiento (3135%), pero con baja resistencia mecánica y rápida fragmentación. En contraste, el incremento en la concentración de MULI y en el grado de entrecruzamiento redujo la absorción de agua y mejoró la estabilidad estructural. La resistencia mecánica alcanzó un mínimo en las películas con 1.0% MULI y 0.4% CaCl_2 (0.09 MPa), mientras que el máximo se observó en aquellas sin MULI y entrecruzadas con 0.8% CaCl_2 (0.59 MPa). Estos hallazgos demuestran que el mucílago de *Linum usitatissimum*, en interacción con el entrecruzamiento iónico, modula de manera efectiva la microestructura y el desempeño mecánico de las biopelículas, lo que permite ajustar sus propiedades para aplicaciones en biomateriales y sistemas de liberación controlada.

Keywords: Mucílago de *Linum Usitatissimum*, Biopelículas poliméricas, Alginato de sodio

Presenting author's email: juana.reyes5899@alumnos.udg.mx

Aguilar Uscanga, Blanca Rosa S4-abs034
 Alarcón Hernández, Fidel Benjamín S4-abs041
 Andrade Melecio, Hugo A. S4-abs001
 Antolin Ceron, Víctor H S4-abs001
 Aranda García, Francisco José S4-abs050
 Astudillo Sánchez, Pedro S4-abs001
 Báez, José Eduardo S4-abs017
 Barrera Rivera, Karla A S4-abs001
 Bernal Treviño, Angel Gustavo S4-abs049
 Betancourt Galindo, Rebeca S4-abs022, S4-abs031
 Blanco Gutiérrez, Andrea Griselda S4-abs028
 Bonduelle, Colin S4-abs029
 Bravo Anaya, Lourdes Mónica S4-abs039
 Bravo Anaya, Monica S4-abs029, S4-abs030, S4-abs043
 Bravo Lozano, Lizeth Montserrat S4-abs029
 Bucio, Emilio S4-abs014, S4-abs013
 Burruel Ibarra, Silvia Elena S4-abs051
 Bustamante, Hector S4-abs053
 Cabrera Munguía, Denis Aidée S4-abs054
 Cabrera Chavarria, Jesus S4-abs001
 Cano Salazar, Lucia Fabiola S4-abs054
 Carranza Carmona, Esmeralda S4-abs042, S4-abs025
 Carvajal Millan, Elizabeth S4-abs018
 Castillo Ortega, María Mónica S4-abs053
 Castro Gallardo, Braulio Paul S4-abs017
 Cauich Rodriguez, Juan Valerio S4-abs010
 Cervantes Inzunza, Estefani Y. S4-abs018
 Cervantes Uc, José Manuel S4-abs026
 Chan Chan, Lerma S4-abs019, S4-abs053
 Chávez, Leonardo S4-abs036
 Chávez Guerrero, Leonardo S4-abs047
 Claudio Rizo, Jesús Alejandro S4-abs048, S4-abs054
 Colín Orozco, Elena S4-abs042, S4-abs024
 Coronado Soto, Francisco Javier S4-abs019
 Cruz Cruz, Guillermo J. S4-abs005
 Cruz Cruz, Guillermo Jesús S4-abs025, S4-abs027, S4-abs040, S4-abs024, S4-abs042
 Cruz Ramirez, Humberto S4-abs032
 Cuevas Sánchez, Adan S4-abs017
 Dávalos De la Cruz, Karla B. S4-abs005
 del Castillo Castro, Teresa S4-abs051
 del Toro Sánchez, Carmen Lizette S4-abs035
 Diaz Zepeda, Daniela Nataly S4-abs022
 España Sánchez, Beatriz Liliana S4-abs032
 Espinoza Carmona, Daniel Alejandro S4-abs054
 Esquivel Lozano, Y. Aylin S4-abs014, S4-abs013
 Estrada Carapia, María Fernanda S4-abs027
 Fabela Sánchez, Omar S4-abs015, S4-abs052, S4-abs026
 Félix Alcalá, Diana V. S4-abs008, S4-abs003
 Fernández Solís, Karla Gricelda S4-abs030
 Figueroa Ochoa, Edgar Benjamin S4-abs029, S4-abs030

Flores Gallardo, Sergio G. S4-abs016
 Flores Guía, Tirso Emmanuel S4-abs048
 Flores Nava, Fernando G. S4-abs025, S4-abs040, S4-abs027, S4-abs042, S4-abs024
 Flores Sanchez, Ma. Guadalupe S4-abs021
 Flores Ruiz, Francisco Javier S4-abs002
 Fuentes Albarrán, María del Carmen S4-abs041
 Gadea Pacheco, José Luis S4-abs041
 Galván Hidalgo, José Miguel S4-abs006
 Gálvez Limón, Hector Mael S4-abs008
 García, Perla S4-abs012
 Gómez Pérez, Elizabeth S4-abs006
 Gonzáles Beltrán, Erwin A. S4-abs024
 González Ayón, Mirian Angelene S4-abs008, S4-abs009
 González Téllez, Nadia S4-abs040
 González Torres, Maribel S4-abs024
 Gonzalez Urias, Maria Alejandra S4-abs009
 González Ayón, Mirian A. S4-abs003
 Gonzalez Jauregui, David S4-abs001
 Gutiérrez Becerra, Alberto S4-abs030, S4-abs043, S4-abs039, S4-abs029
 Heredia, José Basilio S4-abs004
 Hernández del Río, Andrea Alejandra S4-abs050
 Hernández Escobar, Claudia A. S4-abs049
 Herrera Magallanes, Guillermo Miguel S4-abs052
 Ibarra Piña, Mayte S4-abs048
 Iloki Assanga, Simon Bernard S4-abs051
 Islas Arteaga, Nancy Cecilia S4-abs021
 Jiménez Ortega, Luis Alfonso S4-abs004
 Juárez Moreno, Karla Oyuky S4-abs002
 Kú Herrera, José de Jesús S4-abs026, S4-abs020, S4-abs011
 León Campos, María Ileana S4-abs048
 Leyva Verduzco, Abraham Alejandro S4-abs019
 Licea Claverie, Angel S4-abs006, S4-abs003, S4-abs008, S4-abs009
 Licea Navarro, Alexei F. S4-abs003
 López Calvo, Angela María S4-abs006
 López Gonzaleznúñez, Rosa Gabriela S4-abs046
 López Naranjo, Edgar José S4-abs045
 Loyer, Pascal S4-abs043, S4-abs029, S4-abs039
 Luviano García, Marisol Alejandra S4-abs045
 Manzanares Guevara, Lizbeth Alexis S4-abs008
 Manzanares Guevara, Lizbeth A. S4-abs003
 Mares García, América Susana S4-abs049
 Márquez Castro, Jesús Eduardo Márquez Castro S4-abs008
 Márquez Ríos, Enrique S4-abs035
 Martínez, Omar S4-abs011
 Martínez Gómez, Dr. Álvaro de Jesús S4-abs034
 Martínez Mora, Eder Iván S4-abs052
 Martínez Richa, Antonio S4-abs032, S4-abs001
 Martínez López, Katia Dafne Daniela S4-abs026
 Martínez Robinson, Karla G. S4-abs018
 Mavil Guerrero, Elizabeth S4-abs002

May Pat, Alejandro S4-abs026
Mejia Cuero, Maria del Rosario S4-abs040
Meléndez Ortiz, Héctor Iván S4-abs022, S4-abs031
Mendizábal, Eduardo S4-abs030
Mendizábal Mijares, Eduardo S4-abs029
Miranda Jurado, Samuel S4-abs005
Mondragón Lozano, Rodrigo S4-abs005
Montaño Grijalva, Eneida Azaret S4-abs035
Montiel Palacios, Esteban S4-abs041
Morales, David S4-abs016
Morales, Graciela S4-abs020, S4-abs026
Morales Burgos, Ana María S4-abs018
Morales Narváez, Edén S4-abs002
Moreno Medina, David Antonio S4-abs041
Moreno Terrones, Hanna S4-abs049
Mota Morales, Josue S4-abs002, S4-abs004, S4-abs028
Nalda Molina, Jose Ricardo S4-abs035
Naranjo López, Edgar José S4-abs050
Navarro Partida, José S4-abs045
Nuñez Mejia, Griselda S4-abs051
Olayo, M Guadalupe S4-abs005
Olayo González, Ma. Guadalupe S4-abs025, S4-abs024, S4-abs040, S4-abs027, S4-abs042
Olayo Gonzalez, Roberto S4-abs021
Olvera Pineda, Jeziel S4-abs046
Orozco Alvarado, Miguel Alonso S4-abs049
Ortega Cordova, Raul S4-abs028
Ortiz Maldonado, Elizabeth S4-abs037
Ortiz Palacios, Jesús S4-abs015
Pacheco Pacheco, Marquidia S4-abs037
Palacios González, J. Cuauhtémoc S4-abs024
Páramo Chávez, Bryan Fernando S4-abs034
Pérez Aispuro, José Luis S4-abs018
Pérez García, María Guadalupe S4-abs028
Pérez Martínez, Cinthia Jhovanna S4-abs051
Pina Luis, Georgina S4-abs008
Piñón Balderrama, Claudia I. S4-abs049
Puente Urbina, Bertha Alicia S4-abs022
Quiñonez Angulo, Priscila S4-abs002
Quintero Romero, Miguel Angel S4-abs023
Quiroz Castillo, Jesus Manuel S4-abs019
Ramírez, Rosario S4-abs024
Ramírez Arreola, Daniel Edén S4-abs050
Ramírez Jiménez, Alejandro S4-abs006, S4-abs009
Ramírez López, Diana Micare S4-abs020
Reyes Aguilar, Juana S4-abs050
Rivera Escobedo, Luis Antonio S4-abs031
Rivero Espejel, Ignacio Alfredo S4-abs053
Rodríguez Félix, Dora Evelia S4-abs035, S4-abs053, S4-abs023
Rodríguez Félix, Francisco S4-abs035
Rodríguez Tobías, Heriberto S4-abs052

Rojas Noriega, Ana Sofia S4-abs039
Romero, David S4-abs014, S4-abs013
Romero Zúñiga, Gabriela Yolotzín S4-abs011
Romero Hernández, Daniela Eunice S4-abs030
Romo Herrera, José S4-abs002
Rosas Rodríguez, Y. Lizandy S4-abs015
Rosselgong, Julien S4-abs030, S4-abs043
Saenz Galindo, Aidé S4-abs052
Saint Jalmes, Arnaud S4-abs029
Salgado Benitez, Eder S4-abs041
Salgado Ceballos, Hermelinda S4-abs005
San Martín, Eduardo S4-abs037
Sánchez Carrillo, Kaori Nayeli S4-abs028
Sánchez Torres, Stephanie S4-abs005
Santacruz Ortega, Hisila del Carmen S4-abs053
Schatz, Christophe S4-abs043
Serment Guerrero, Jorge S4-abs005
Silva Campa, Erika S4-abs053, S4-abs023
Silva Mendoza, Julio S4-abs036
Soberanes Duarte, Yedith S4-abs053
Solís Pacheco, Josué Raymundo S4-abs034
Soltero, Félix Armando S4-abs002, S4-abs028
Soria Arguello, Gustavo S4-abs026
Soriano, Florentino S4-abs011
Toriz, Guillermo S4-abs030
Torres Figueroa, Ana Valeria S4-abs051
Tranchimand, Sylvain S4-abs029
Uribe Juárez, Omar Eduardo S4-abs021
Valdes Gazga, Cristian Alejandro S4-abs028
Valdez Olea, Luis Alfonso S4-abs009
Valdivia González, Ramón S4-abs036
Valtierra Luna, Henry Neftalí S4-abs017
Vargas Durazo, Judas Tadeo S4-abs051
Vázquez Dávila, Felipe S4-abs046
Vázquez Fletes, Roberto Carlos S4-abs046
Vega Rios, Alejandro S4-abs049, S4-abs016
Velasco Gómez, Mónica Yolotzin S4-abs036, S4-abs047
Velázquez Carriles, Carlos A. S4-abs018
Ventolero Hernández, Adriana S4-abs025, S4-abs040, S4-abs027, S4-abs024, S4-abs042
Verde Gómez, José Ysmael S4-abs036
Vieyra, Horacio S4-abs037
Zaragoza Contreras, Erasto Armando S4-abs049
Zepeda García, Ma. S4-abs043
Zepeda García, Ma. Lizbeth S4-abs039