



ABSTRACTS

S2. Nanocompuestos y materiales híbridos poliméricos

S2. Nanocompuestos y materiales híbridos poliméricos

Symposium Organizers:

Odilia Pérez Camacho CIQA

Pedro Ortega Gudiño UdeG

S2-abs006

EXTRACTION OF CELLULOSE NANOCRYSTALS FROM TEXTILE WASTE AND THEIR INCORPORATION INTO POLYLACTIC ACID COMPOSITES

Andrea López González¹, Rosa Gabriela López Gonzaleznúñez², Erick Omar Cisneros López³, Emma Rebeca Macías Balleza²

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

This research presents the extraction and characterization of cellulose nanocrystals (CNCs) from textile waste, specifically post-consumer denim jeans, and their use as reinforcement in a polylactic acid (PLA) matrix. CNCs were obtained via acid hydrolysis under different conditions of acid concentration, temperature, and reaction time, based on a three-level experimental design. The nanocrystals were characterized using dynamic light scattering (DLS), attenuated total reflection Fourier-transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR), scanning electron microscopy (SEM), atomic force microscopy (AFM), and X-ray diffraction (XRD). The resulting CNCs exhibited lengths ranging from 160 to 460 nm, an ellipsoidal shape, and a crystallinity index (CI) of up to 90%. The study confirmed that hydrolysis parameters influence both the hydrodynamic diameter and CI of the CNCs, with acid concentration identified as the most significant factor. The CNCs were then dried in an ultra-vacuum oven and incorporated into a PLA matrix at 5 wt%, using nanocrystals of different sizes. Mechanical performance was evaluated through flexural strength and Charpy impact tests. Results showed that the reinforcing effect of CNCs correlates with their crystallinity: the higher the crystallinity, the greater the mechanical strength. The PLA/CNC composite reinforced with CNCs measuring 216.8 ± 14.86 nm and exhibiting the highest crystallinity index demonstrated the best mechanical performance, with a 100% increase in Young's modulus and a 52% improvement in impact resistance.

Keywords: Cellulose Nanocrystal, Biocomposite, Textile waste

Presenting author's email: andrea.lopez4107@alumnos.udg.mx

S2-abs009

OPTIMIZACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN NANOHÍBRIDOS RGO-AGNPS: ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA SECUENCIA DE ADICIÓN DE AGENTE REDUCTOR Y MODIFICADOR EN LA SÍNTESIS SONOQUÍMICA IN SITU

Samari López García¹, Arely Montserrat López Martínez¹, Felipe Robles González¹, Odilia Pérez Camacho¹, José de Jesús Kú Herrera¹, Maricela García Zamora¹

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

La síntesis sonoquímica in situ de nanohíbridos de óxido de grafeno reducido (rGO) decorado con nanopartículas de plata (AgNPs) contribuye al desarrollo de sensores piezorresistivos y termorresistivos, electrónica flexible y polímeros conductores. Sin embargo, lograr una dispersión homogénea de las AgNPs sobre el rGO, e integrarlas exitosamente en matrices poliméricas, continúa siendo un reto [1]. Este trabajo se enfoca en la síntesis sonoquímica in situ de nanohíbridos rGO-AgNPs utilizando como modificador orgánico el ácido 3-mercaptopropiónico (MPA). El objetivo es analizar cómo el orden de adición del MPA y el NaOH, (agente modificador y reductor, respectivamente) impacta sobre la conductividad eléctrica de los nanohíbridos resultantes. Para ello, los parámetros de síntesis que se mantuvieron constantes fueron temperatura (55°C), tiempo de adición (30 min) y concentración de AgNO₃ (0.08 M). Los nanohíbridos fueron caracterizados por espectroscopía UV-Visible, difracción de rayos X (DRX), y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Los resultados demostraron que el orden de adición influye sobre la conductividad eléctrica. En el sistema MPA-1, al agregar primero el agente modificador, se alcanzó una conductividad de 6.48×10^{-5} S/cm. En contraste, el sistema MPA-2, en el cual la adición del agente reductor fue primero, se alcanzó un valor de conductividad inferior de 1.52×10^{-5} S/cm. Esta diferencia se debe a que el MPA, con sus grupos tiol (-SH), actúa como anclaje para las AgNPs, creando una red conductora. Por lo contrario, la adición inicial del agente reductor genera AgNPs de mayor tamaño con aglomeración heterogénea sobre el plano basal del rGO, interrumpiendo la formación de la red metálica en el nanohíbrido [2]. En conclusión, la síntesis sonoquímica in situ, es una estrategia efectiva y reproducible para diseñar nanohíbridos con propiedades eléctricas conductoras. Se continúa la exploración y optimización de la síntesis para futuras aplicaciones en polímeros conductores.

Referencias

[1] Vinoth, V. et al. Ultrasonics Sonochemistry 39, 363–373 (2017).

[2] Vi, T. T. T. et al. Nanomaterials 8 (2018).

Keywords: óxido de grafeno reducido, AgNPs, síntesis in situ

Presenting author's email: lopezsamari231@gmail.com

S2-abs015

INTERCAMBIO ATÓMICO EN INTERFASES PET-CuO_y-SNO_X PARA EVALUAR LA ADHERENCIA ENTRE CAPAS

Adriana Ventolero Hernández¹, Ma. Guadalupe Olayo González¹, Elena Colín Orozco², J. Cuauhtémoc Palacios González², 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.

El polietileneterftalato (PET) es un polímero con temperatura de fusión de 255°C y de transición vítrea (T_g) de 78°C [1], por lo puede ser utilizado como substrato para la formación de películas delgadas de óxidos metálicos en procesos a baja temperatura. La adherencia del óxido metálico en el polímero puede influir en el desempeño final del material. Por lo que en este trabajo se formó una bicapa CuO_y-SnO_x por pulverización catódica sobre PET y se estudió la interfase entre el polímero y el óxido metálico mediante análisis de perfiles de profundidad de la bicapa con erosión con iones Ar por XPS y se analizó la composición química en la bicapa. Para formar la bicapa primero se depositó CuO_y en PET y después SnO_x, a 50

Keywords: Interfase, Adherencia, capas

Presenting author's email: adrianaventolero@gmail.com

S2-abs016

EFFECTO DEL GRAFENO FUNCIONALIZADO CON GRUPOS HIDROXILO EN LAS PROPIEDADES DE NANOCOMPOSITOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Juan Guillermo Martinez Colunga¹, Victor Cruz², Saul Sanchez Valdes², Jose Manuel Mata-Padilla³, Luciano Da Silva⁴, Diana Morales Acosta², Víctor Eduardo Comparán Padilla⁵, Tomas Lozano Ramirez⁶

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Proceso de Transformación de Plásticos, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de transformación de plásticos, Mexico. ³CONAHCyT-CIQA, procesos de transformación de plásticos, Mexico. ⁴Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de transformación de plásticos, Mexico. ⁵Centro de Investigación en Química Aplicada, Síntesis de Polímeros, Mexico. ⁶Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, ingeniería, Mexico.

El efecto de la incorporación de grafeno modificado superficialmente con grupos OH (GOH) en las propiedades de nanocompositos de polietileno de alta densidad (HDPE) fue estudiado. El grafeno modificado con grupos OH fue agregado al HDPE de 3 diferentes formas sin y con agente compatibilizante de polietileno de alta densidad modificado con anhídrido maleico (HDPEgMA), se prepararon dos masterbatch con GOH (con HDPE y HDPEgMA) y se prepararon nanocompositos de HDPE con 5 diferentes contenidos de GOH (0.1%, 0.25%, 0.5%, 1% y 2%). Los nanocompositos fueron caracterizados por DSC, TGA, SEM, conductividad térmica y eléctrica, reometría capilar y propiedades de tensión. La temperatura de cristalización del PP sufrió un ligero aumento con la presencia de GOH y la temperatura de fusión no presentó cambios significativos. La cristalinidad fue afectada negativamente con el contenido de graphene. La estabilidad térmica por TGA presentó una mejora de 434°C a 456°C con el 5% de graphene. El módulo de elasticidad y la resistencia a la tensión se incrementaron con el contenido de graphene y los nanocompositos que presentaron el mayor incremento de módulo y resistencia a la tensión fueron los compuestos que contenían HDPEgMA. La elongación a la ruptura disminuyó significativamente con el contenido de grafeno. La viscosidad se incrementó con la presencia del grafeno en la reometría capilar. La conductividad térmica y eléctrica sufrieron un aumento significativo con el contenido de graphene del 5%.

Keywords: Grafeno, Polietileno, Nanocomposito

Presenting author's email: gmartinez640625@gmail.com

S2-abs019

INCORPORACIÓN COMBINADA DE ADITIVOS DE ORIGEN BIOLÓGICO Y AGENTE DE ACOPLAMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE RETARDANCIA A LA FLAMA DE COMPUESTOS SOSTENIBLES DE POLIPROPILENO

Saul Sanchez Valdes¹, Juan Guillermo Martinez Colunga², Luciano Da Silva¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de transformación de plásticos, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, procesos de transformación de plásticos, Mexico.

En este trabajo se llevó a cabo la separación por tamaño de las partículas de quitosano y fibras de queratina mediante tamizado, y fueron analizadas por microscopia electrónica de barrido (SEM) y microscopia digital. Otra etapa consistió en la obtención del agente de acoplamiento mediante mezclado en fundido de polipropileno maleatado (PPg-MA) y polifosfato de amonio (APP) a una relación en peso 50/50%. El polipropileno injertado con APP (PPgAPP) fue caracterizado mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) y difracción de rayos X (DRX). Con este agente de acoplamiento se obtuvieron compuestos de polipropileno con quitosano y fibra de queratina. Estos compuestos se prepararon con partículas de tamaño entre 300-212 μm a una concentración de 20% en peso de quitosano y 10% en peso de fibra de queratina. Los compuestos fueron comparados con los que contenían PPgMA en cuanto a propiedades de retardancia a la flama. Los resultados obtenidos mediante análisis termogravimétrico (TGA), la prueba de combustión horizontal (UL 94HB) y la calorimetría de cono demostraron un mejor desempeño del nuevo agente de acoplamiento a base de APP (PPgAPP) con respecto al PPgMA, obteniéndose compuestos con mayor estabilidad térmica y menor velocidad de quemado.

Keywords: Polipropileno, Retardante de flama, Agente de Acoplamiento

Presenting author's email: saul.sanchez@ciqa.edu.mx

S2-abs022

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DE COMPUESTOS DE LIGNINA MODIFICADA A PARTIR DE FIBRAS NATURALES EN MATRIZ DE POLI (ÁCIDO LÁCTICO)

Eduardo Ramírez¹

¹Universidad de Guadalajara, Ciencia de Materiales, Mexico.

Se puede entender que la problemática concerniente al uso generalizado de plásticos derivados del petróleo va en aumento, lo cual ha provocado serios estragos en el medio ambiente. Entre otras alternativas, el creciente interés en la utilización de biopolímeros como materiales alternativos en diversos campos ha permitido obtener productos con propiedades semejantes a los polímeros termoplásticos de uso industrial. De todos estos, el PLA se perfila como la principal opción entre los polímeros obtenidos a partir de fuentes naturales. Sin embargo, su balance de propiedades mecánicas y térmicas lo colocan todavía por debajo de los plásticos convencionales de uso generalizado. Es debido a estas situaciones que se ha optado en años recientes por modificar sus propiedades mediante la integración de refuerzos provenientes de fibras vegetales, entre ellos la lignina.

El objetivo general de este trabajo es presentar materiales compuestos a partir de una matriz de PLA con refuerzos de lignina obtenidos a partir de fibras vegetales. Mediante la caracterización de las propiedades mecánicas y térmicas al modificar la extracción y tratamientos en la superficie de la lignina, así como el efecto del procesamiento de los compuestos obtenidos. Esto permitirá proponer su utilización en aplicaciones donde las propiedades del PLA contribuyan como materiales sustitutos. Otro objetivo adicional, es explorar el potencial aumento de la capacidad de biodegradación del material compuesto, esto permite aportar una alternativa adicional de formulación de compuestos de PLA a las reportadas, reiterando el compromiso que se tiene con la preservación ambiental que los materiales plásticos sintéticos no ofrecen.

Keywords: PLA, Lignina, Materiales compuestos

Presenting author's email: e.ra.aceves@outlook.com

S2-abs023

EFFECT OF POLYVINYLPYRROLIDONE MOLECULAR WEIGHT ON THE SYNTHESIS AND STABILIZATION OF GOLD NANOPARTICLES IN A DEEP EUTECTIC SOLVENT

Raul Ortega Cordova¹, Kaori Nayeli Sánchez Carrillo², Saúl Carrasco-Saavedra², Gonzalo Ramirez-Garcia², María Guadalupe Pérez García³, Félix Armando Soltero⁴, Josue Mota-Morales²

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

The physicochemical properties of nanomaterials depend mainly on the synthesis method used to obtain them, which opens up prospects for innovative applications.

In the case of metallic nanoparticles, various synthesis methods exist; among the most studied are bottom-up methods using chemical reduction. On occasion, stabilizing agents and structure directors, such as polyvinylpyrrolidone (PVP), are also used. Deep eutectic solvents have emerged as non-aqueous reaction media.

This study presents the effects of PVP of three molecular weights (10,000, 40,000, and 360,000 g mol⁻¹, PVP10K, PVP40K, and PVP360K, respectively) on the synthesis of gold nanoparticles (AuNPs) in the DES formed by choline chloride (ChCl) and urea.

The synthesis of AuNPs was carried out by chemical reduction of the gold precursor, tetrachloroauric acid trihydrate (HAuCl₄·3H₂O), using L-ascorbic acid (C₆H₈O₆) as the reducing agent in the non-aqueous DES ChCl:U medium.

The AuNPs were characterized by ultraviolet-visible spectroscopy (UV-vis), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), and dynamic light scattering (DLS).

Keywords: polyvinylpyrrolidone, Deep eutectic solvent, synthesis

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

S2-abs024

EFFECT OF POLYVINYLPYRROLIDONE MOLECULAR WEIGHT ON THE SYNTHESIS AND STABILIZATION OF GOLD NANOPARTICLES IN A DEEP EUTECTIC SOLVENT

Raul Ortega Cordova¹, Kaori Nayeli Sánchez Carrillo², Saúl Carrasco-Saavedra², Gonzalo Ramirez-Garcia², María Guadalupe Pérez García³, Félix Armando Soltero⁴, Josue Mota-Morales²

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

Guadalajara, Ingeniería química, Mexico.

The physicochemical properties of nanomaterials depend mainly on the synthesis method used to obtain them, which opens up prospects for innovative applications.

In the case of metallic nanoparticles, various synthesis methods exist; among the most studied are bottom-up methods using chemical reduction. On occasion, stabilizing agents and structure directors, such as polyvinylpyrrolidone (PVP), are also used. Deep eutectic solvents have emerged as non-aqueous reaction media.

This study presents the effects of PVP of three molecular weights (10,000, 40,000, and 360,000 g mol⁻¹, PVP10K, PVP40K, and PVP360K, respectively) on the synthesis of gold nanoparticles (AuNPs) in the DES formed by choline chloride (ChCl) and urea.

The synthesis of AuNPs was carried out by chemical reduction of the gold precursor, tetrachloroauric acid trihydrate (HAuCl₄·3H₂O), using L-ascorbic acid (C₆H₈O₆) as the reducing agent in the non-aqueous DES ChCl:U medium.

The AuNPs were characterized by ultraviolet-visible spectroscopy (UV-vis), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), and dynamic light scattering (DLS).

Keywords: polyvinylpyrrolidone, Deep eutectic solvent, Synthesis

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

S2-abs025

VERSATILE BIOMATERIAL PLATFORMS: XYLAN-HYDROGEL HYBRID FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Lorena García Uriostegui¹, Héctor Iván Meléndez Ortiz², Guillermo Toriz³, Karla Carrasco García³, Guadalupe Ventura³

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas E Ingenierías, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de polimerización, Mexico. ³Universidad de Guadalajara, DMCyP, Mexico.

The use of scaffolds in tissue engineering facilitates tissue regeneration by acting as templates. They promote cell and growth factor synergy for effective regeneration [1].

Polysaccharides are excellent candidates for the preparation of hydrogels due to their high hydrophilicity, biocompatibility and structural similarity to the extracellular matrix, as well as their biodegradability and non-toxicity [2]. The tequila industry produces 9.15 x 10⁵ tons of waste per year, and only 30% of this waste is composted, posing a significant environmental problem [3]. The utilization of bagasse as a renewable source to obtain Xylan-type HC (XylHC) biomaterial represents a promising solution. In this study, hybrid materials based on xylan polysaccharide crosslinked with poly(N-vinylcaprolactam) (PNVCL), poly(2-isopropenyl-2-oxazoline) (PIPOx) and 2-hydroxyethyl methacrylate (PHEMA) were developed. Mesoporous silica nano- and microparticles have been incorporated into hydrogels to create hybrid scaffolds for fibroblast growth and drug delivery control. XylHC offer biocompatibility but suffer from poor mechanical

properties due to water absorption. Hybrid materials, which combine organic biopolymers with inorganic ones, offer advantages over traditional materials [4].

Extensive analysis was performed on the 3D scaffolds obtained. IR spectroscopy and NMR confirmed the chemical composition of the scaffolds. The SEM showed a uniform distribution of silica particles in the hydrogel network (up to 20 wt.%). Additional analyses (nitrogen adsorption-desorption, SAX scattering, TEM) showed that the particle framework was preserved and physically cross-linked with the organic hydrogels. Rheological test showed significant mechanical enhancement with 20% w/w mesoporous silica.

The hybrid scaffolds showed a good capacity to load and release of ciprofloxacin ($9.5-8.4 \times 10^{-3}$ mg/mL), and Levofloxacin ($4 - 21 \times 10^{-3}$ mg/mL), above the minimum inhibitory concentration requirements for gram-positive and gram-negative bacteria [5]. The systems inhibited the growth of *E. coli*, *S. aureus*, and *P. aeruginosa*. In addition, we demonstrate that fibroblast L929 cells grew and spread on hydrogel.

References

- [1] Decante, G., et al., (2024). *Materials Today Communications*, 108875.
- [2] Bansal, P., et al., . *Materials Today: Proceedings*, 65, 3377-3381.
- [3] <https://old.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/> (Revise October 2025)
- [4] Rao, J., Lv, Z., et al., (2023). *Progress in Polymer Science*, 101675.
- [5] Sitovs, A., et al., (2023). *J. of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 46(5), 332-343.

Keywords: silica nanocarriers, Responsive Polymers, Hybrid materials

Presenting author's email: lorena.garcia39@academicos.udg.mx

S2-abs031

Obtención de Compósitos Resina Epóxica/Grafeno Funcionalizado con grupos fosfato y su desempeño como recubrimientos anticorrosivos.

Aldair Hernandez de la Rosa¹, Edgar Homero Ramirez Soria², Ana María Arizmendi Morquecho³, Tania E. Lara-Ceniceros⁴, José Bonilla-Cruz⁵

¹Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Apan, Mexico. ²Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Materiales avanzados, Mexico. ³CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Laboratorio de Biomateriales y Cerámicos, Mexico. ⁴CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Síntesis en ingeniería de polímeros, Mexico. ⁵CIMAV, SC-Subsede Monterrey, 3D Lab, Mexico.

La resina epóxica (ER), comúnmente utilizada para decorar y proteger materiales simples, actúa como una barrera física externa. Diversos estudios han demostrado que al añadir materiales adicionales, su composición y eficacia como barrera pueden modificarse. En particular, el grafeno, gracias a sus grupos funcionales, puede formar compósitos con la ER, permitiendo desarrollar recubrimientos con propiedades mejoradas. Los recubrimientos de resina epóxica con grafeno funcionalizado han mostrado mayor resistencia química, dureza y comportamiento anticorrosivo, resultando en una protección física más eficiente. En este

estudio, se incorporó grafeno funcionalizado con grupos fosfato (GPOH) en la resina epóxica, creando un compuesto (ERGP) con diferentes concentraciones en peso de GPOH (0.1, 0.25 y 0.5%). El objetivo fue evaluar cómo cambian el material y su rendimiento, especialmente frente a la corrosión, según la concentración de GPOH. El recubrimiento ERGP aplicado en acero estructural A 36 (ERGP/A 36 SS) presentó una fuerte adhesión al sustrato metálico y mejoró sus propiedades mecánicas, ambas importantes para su efectividad. También mostró buena protección contra la corrosión en un medio salino (NaCl al 3.5% p/v). Las evaluaciones por espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) revelaron hasta tres órdenes de magnitud en aumento de la resistencia a la corrosión con un 0.5% de GPOH (de 2 MΩ a 1.0 GΩ), demostrando una alta efectividad en recubrimientos anticorrosivos poliméricos. Por otro lado, las curvas de polarización potenciodinámica (PPC) indicaron una disminución de un orden de magnitud en la densidad de corriente de corrosión (de 1.2×10^{-8} a 1.1×10^{-9} A/cm²), y una reducción en el potencial de corrosión (de -550 a -390 mV), confirmando la mejora en las propiedades anticorrosivas del recubrimiento. Estos resultados evidencian que incorporar GPOH aumenta significativamente la resistencia al desgaste, la adherencia, la dureza y la estabilidad del recubrimiento, además de ofrecer una protección anticorrosiva muy efectiva. Esto hace que el recubrimiento sea una opción competente para reducir la corrosión y proteger los materiales.

Keywords: pruebas aceleradas de corrosión, reforzamiento mecánico, incremento de adherencia

Presenting author's email: aldairelarosa688@gmail.com

S2-abs036

MODELADO MOLECULAR DE POLIDOPAMINA

Rodolfo Cruz Silva¹, Rosalinda Dominguez Ramón², Andres Domínguez Cano³, Cynthia Guerrero Bermea⁴, Selene Sepúlveda Gúzman³

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Transformación, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Departamento de Posgrado, Mexico. ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, FIME, Mexico. ⁴Tecnológico Nacional de México - Región Carbonífera, Academia de Ingeniería Industrial, Mexico.

Abstract: La polidopamina es uno de los polímeros más interesantes en la actualidad debido a sus propiedades de adhesividad y su capacidad de intercambio iónico. Este polímero es típicamente sintetizado por oxidación de dopamina en medio alcalino usando aire u oxígeno como oxidante de manera directa. Aunque la reacción es aparentemente simple la estructura del polímero obtenido es bastante compleja, debido a que durante la polimerización el monómero en su estado oxidado sufre rearrreglos, y el polímero resultante está altamente entrecruzado y presenta una diversidad de estructuras locales. Debido a la falta de regularidad estructural su modelado molecular ha sido relativamente poco explorado y sigue siendo un reto. Manzaneres-Gomet et al. [1] reportaron un modelo basado en 4 diferentes estructuras oligoméricas combinadas mediante interacciones no enlazantes. Estos modelos fueron equilibrados en agua y su estructura estudiada mediante funciones de distribución radial y tamaño de poro. Chen et al. [2] estudiaron los radicales monoméricos y oligoméricos hasta $n=4$ mediante cálculos ab initio y determinaron los más estables energéticamente. En este trabajo presentamos la preparación y evaluación de un modelo de polidopamina basado en las estructuras oligoméricas más estables energéticamente derivadas del trabajo de Chen et al. [2] combinadas mediante dinámica molecular clásica para formar un modelo de polidopamina. Los bloques solvatados de polidopamina fueron parametrizados mediante el campo de fuerza CHARMM [3] y agregados mediante dinámica molecular clásica en medio acuoso. Las estructuras resultantes se analizan mediante funciones de distribución radial, puentes de hidrógeno y porosidad.

Referencias

1. Manzanares-Gómez, J. et al. Molecular Dynamics Simulations of Polydopamine Nanosphere's Structure Based on Experimental Evidence. *Polymers* 2022, 14, doi:10.3390/polym14245486.
2. Chen, C. et al. Polydopamine and eumelanin molecular structures investigated with ab initio calculations. *Chemical Science* 2017, 8, 1631-1641, doi:10.1039/c6sc04692d.
3. Vanommeslaeghe, K.; MacKerell, A. Automation of the CHARMM General Force Field (CGenFF) I: Bond Perception and Atom Typing. *Journal of Chemical Information and Modeling* 2012, 52, 3144-3154, doi:10.1021/ci300363c.

Keywords: Dinámica molecular, Química computacional, Modelado

Presenting author's email: rcruzsilva.ciqa@gmail.com

S2-abs038

Unraveling the role of chitosan in enhancing the photodegradation of ciprofloxacin by using chitosan titanate composites

Pável César Hernández del Castillo¹, Verónica Castro Velázquez², Vicente Rodriguez Gonzalez¹

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica IPICYT, División de Materiales Avanzados, Mexico. ²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica IPICYT, División de , Mexico.

A hybrid composite (inorganic-organic) based on chitosan-functionalized hydrogen titanate nanotubes (TiCH) was synthesized by the hydrothermal method assisted by microwave. In-silico analysis determined the possible chitosan chemical adsorption models after calculating the Gibbs energies of their HOMO-LUMO orbitals. The TGA analysis confirmed the stability and helped to obtain the real functionalization degrees for the 3TiCH (2.22 %) and 5TiCH (4.33 %) samples, respectively. SEM images revealed that the 3TiCH and 5TiCH composites present tubular morphology that seemed covered with chitosan. The XRD patterns of 3TiCH and 5TiCH presented chitosan peaks, confirming their functionalization with chitosan anchored on the titanate surface. The photocatalytic degradation of ciprofloxacin antibiotic reached 93 % using the 3TiCH sample under 365-UV irradiation for 240 min. The photocatalytic performance of 3TiCH was 14.71 % more efficient than that of unfunctionalized TiNS after four reuses. The incorporation of the chitosan into the titanate improved the photocatalytic performance of the titanate, because it reduced its bandgap value, increasing the surface area, and boosting the adsorption capacity. A biopolymer such as chitosan in low concentrations can tailor the photoactivity of the inorganic nanomaterial to eliminate emerging contaminants contained in water bodies.

Keywords: Titanate, chitosan, functionalization

Presenting author's email: pavel.hernandez@ipicyt.edu.mx

S2-abs042

NANOTECNOLOGÍA EN LA REGIÓN: CENAT LANOTEC

José Roberto Vega Baudrit¹

¹LABORATORIO NACIONAL DE NANOTECNOLOGIA LANOTEC CENAT, Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Costa Rica.

El CENAT-LANOTEC es la plataforma nacional de I+D+i en nanotecnología de Costa Rica, articulando academia, industria y Estado para convertir conocimiento en soluciones de alto impacto. La ponencia presentará avances en tres ejes: (i) materiales avanzados derivados de biomasa tropical, como nanocelulosa y biopolímeros, aplicados en empaques activos, recubrimientos y economía circular; (ii) salud y ambiente, con capacidades en análisis de micro/nanoplásticos, metrología y evaluación de riesgos para soporte regulatorio; y (iii) energía y dispositivos, incluyendo superficies funcionales y sensores. Se describirá la infraestructura de caracterización y prototipado, casos de transferencia tecnológica y experiencias en normalización. Finalmente, se destacarán las oportunidades de colaboración regional para acelerar la adopción industrial de nanotecnología con impacto económico, ambiental y social.

Keywords: Nanotecnología, Materiales avanzados, CENAT-LANOTEC

Presenting author's email: jvegab@gmail.com

S2-abs014 Invited Talk

IMPORTANCIA DE LA FUNCIONALIZACIÓN QUÍMICA DE NANOTUBOS DE CARBONO SOBRE LA CITOTOXIDAD Y LAS PROPIEDADES BACTERICIDAS DE NANOCOMPUESTOS POLIMÉRICOS PREPARADOS CON POLIETILENGLICOL

Sergio Manuel Nuño-Donlucas¹

¹Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico.

El diseño de nanotransportadores poliméricos preparados con nanotubos de carbono (CNTs) adecuados para el tratamiento de diferentes tipos de cáncer es un tema de interés actual. Para alcanzar una eficacia deseable, la preparación del nanotransportador debe armonizar múltiples factores contradictorios. La citotoxicidad de los CNTs prístinos limita su uso como agente reforzante de un nanocompuesto aprovechable como nanotransportador eficaz. En este trabajo se presentan resultados sobre el efecto que tiene el tipo de funcionalización química de los CNTs en la citotoxicidad y en las propiedades bactericidas de nanocompuestos preparados con el políeter biocompatible polietilenglicol. Se evaluó la citotoxicidad de nanocompuestos preparados con CNTs funcionalizados con grupos amina (CNTs_{amina}), o con iones Zn (CNTs_{Zn2+}), en células HeLa liberando, in vitro, el medicamento anti-cancerígeno cisplatino. Así mismo, se determinaron las propiedades bactericidas de los nanocompuestos preparados sobre las bacterias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, así como sobre el hongo *Candida albicans*. La caracterización de los dos tipos de nanocompuestos sintetizados se llevó a cabo aprovechando las técnicas de espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FT-IR), espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS), espectroscopia de absorción atómica (AA), microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FE-SEM), microscopía electrónica de transmisión (TEM), calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termogravimétrico (TGA) y espectroscopia ultravioleta-visible (UV-Vis). Los resultados obtenidos revelan el papel crucial que tiene la funcionalización química de los CNTs en la citotoxicidad, y en las propiedades bactericidas de los nanocompuestos estudiados.

Keywords: Nanotubos de carbono, polietilenglicol, nanotransportador

Presenting author's email: sergio.nuno@academicos.udg.mx

S2-abs034

DISEÑO DE NANOPARTÍCULAS DE SÍLICE MESOPOROSA DOPADAS CON NEODIMIO Y FUNCIONALIZADAS CON DEAEMA Y VINIL-ARGININA COMO SISTEMAS DE LIBERACIÓN DE FÁRMACOS

Liliana Trinidad Corona Ruiz¹, Lorena Garcia Uriostegui¹, Milton Oswaldo Vázquez Lepe², Héctor Iván Meléndez Ortiz³

¹Universidad de Guadalajara, Ingeniería de proyectos- Cucei, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Ingeniería de proyectos-Cucei, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Polimerización, Mexico.

Polimerizaciones bien controladas de metacrilato de 2-(dietilamino)etilo (DEAEMA) y vinil-arginina (V-Arg), obtenida mediante una reacción de acrililación, en soluciones metanólicas mediante polimerización radicalica por transferencia atómica (ATRP) a diferentes condiciones de reacción utilizando nanopartículas de sílice mesoporosa dopadas con neodimio (MSNs_{Nd}) y funcionalizadas con un grupo bromo terminal (MSNs_{Nd}-Br) que será utilizado como iniciador de la polimerización. Debido a que las MSNs son muy utilizadas como plataformas para liberación de fármacos gracias a su alta área superficial, porosidad ajustable y biocompatibilidad y al estar dopadas con neodimio les brinda propiedades ópticas que permite la focalización del sistema dentro del cuerpo. El DEAEMA al ser un monómero sensible al pH permite una liberación de fármacos anticancerígenos en el microambiente tumoral (pH 6.5-6.8). Así, la V-Arg mejora la biocompatibilidad y la íntera

Keywords: liberación-de-fármacos, ATRP, Nanotransportador

Presenting author's email: li.corona.r@gmail.com

S2-abs040

Nanotecnología sostenible: Síntesis de nanopartículas de oro y plata empleando hidrogeles de celulosa

Diego Alberto Lomeli-Rosales¹, Tonantzin Gutierrez-Gomez¹, Ruben Octavio Muñoz-García¹

¹Universidad de Guadalajara, Departamento de Química, Mexico.

La nanotecnología ha revolucionado la forma en que diseñamos materiales para aplicaciones médicas, ambientales y tecnológicas. Sin embargo, la mayoría de los métodos tradicionales para producir nanopartículas de oro y plata requieren químicos tóxicos y procesos costosos que afectan la salud y al medio ambiente.

En este trabajo presentamos una alternativa sostenible: el uso de hidrogeles elaborados con derivados de la celulosa (un material abundante y biodegradable) y ácido cítrico. Estos hidrogeles funcionan como "fábricas verdes", capaces de reducir y estabilizar nanopartículas metálicas sin necesidad de reactivos peligrosos.

Durante el proceso, el ácido cítrico y los azúcares de la celulosa favorecen la formación de nanopartículas de oro y plata directamente dentro de la red polimérica del hidrogel. Además de ser seguros y amigables con el ambiente, estos materiales pueden aplicarse en biomedicina, catálisis y remediación ambiental.

En conclusión, los hidrogeles de celulosa ofrecen una vía innovadora y ecológica para producir nanomateriales con gran potencial tecnológico.

Keywords: Nanotecnología sostenible, Nanopartículas metálicas, Hidrogeles

Presenting author's email: diego.lomeli4077@academicos.udg.mx

S2-abs005

EFFECTO DEL MÉTODO DE MICROFIBRILACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES DE CELULOSA MICROFIBRILADA DE HENEQUÉN

Gonzalo Canche Escamilla¹, Santiago Duarte-Aranda¹, Miguel Pereira², Alex Berg³

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C., Unidad de Materiales, México. ²Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Química, Chile. ³Universidad de Concepción, Unidad de Desarrollo Tecnológico, Chile.

Las fibras vegetales presentan una estructura jerárquica en la que las macrofibras de celulosa (fibras de celulosa con diámetros de micras) forman junto con la lignina y la hemicelulosa la pared de las estructuras vasculares. A su vez, las macrofibras están conformadas por haces de microfibrillas de celulosa con diámetros del orden de nanómetros y las microfibrillas por zonas cristalinas embebidas en una matriz amorfa. Los procesos de obtención de las nanoestructuras de celulosa, se llevan a cabo mediante la ruptura de la estructura de las macrofibras ya sea a través de medios mecánicos y/o químicos, así como enzimáticos. En este trabajo se estudió el efecto del método usado, sobre las propiedades de celulosa de henequén microfibrilada. La celulosa, obtenidas de las fibras de henequén, se microfibriló mediante procesos mecánico, enzimático y oxidativo (TEMPO). Se determinó su morfología mediante microscopía óptica y electrónica y se caracterizaron mediante espectroscopia de infrarrojo, difracción de rayos X y análisis térmico. Se observó, que con el método TEMPO se obtuvo la mayor microfibrilación de la celulosa y un cambio en sus propiedades en comparación con los otros métodos evaluados. Se obtuvo un gel translúcido, con una menor estabilidad térmica y menor índice de cristalinidad que las fibras de celulosa. Esto se podría atribuir que este método involucra la modificación de la celulosa mediante la introducción de un grupo carboxilato, como se observa en los espectros de infrarrojo, que disminuye la interacción entre las cadenas de celulosa y facilita la dispersión de las microfibrillas. Los métodos mecánicos y enzimáticos presentan una microfibrilación parcial de las fibras de celulosa, así como pequeños cambios en comparación con la celulosa original. Se puede concluir que se obtuvo la de-estructuración de las fibras de celulosa mediante los procesos evaluados, y que las propiedades de las microfibrillas dependen del método usado.

Keywords: estructura jerárquica, henequén, microfibrillas de celulosa

Presenting author's email: gcanche6366@gmail.com

S2-abs001

COLLAPSIBLE SERS SUBSTRATES BASED ON CELLULOSE NANOSTRUCTURES

Kaori Nayeli Sánchez Carrillo¹, Josue Mota-Morales¹, Edén Morales-Narváez¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Mexico.

Raman spectroscopy has risen with the current trends for detection biomedical interest analytes, as it offers unmatched molecular selectivity, minimal sample preparation, and non-destructive analysis. Moreover, the unparalleled performance of this technique is found in surface-enhanced Raman scattering (SERS), a technique that drastically boosts Raman signals, enabling the detection of analytes down to the single-molecule and even in the most complex biological environments. Despite its great potential, there have been several drawbacks faced, demanding a new class of SERS substrates with elevated stability, reproducibility and designed to maximize light-matter interactions to achieve clean signals. In order to overcome this, an in-situ synthesis of gold nanoparticles with controlled morphology, immobilized in plasmonic platforms that collapse on demand to increase the number of 'hotspots' is proposed. Pushing the boundaries further, the use of anisotropic gold nanostructures, crafted via a green, one-pot synthesis in deep eutectic solvents (DES) and anchored by cellulose nanocrystals (CNCs), signals a shift toward sustainable, high-performance SERS materials. Together, these innovations chart an exciting new course for the ultra-sensitive, eco-conscious detection of biomedical analytes.

Keywords: Gold nanostructures, Cellulose nanocrystals, Deep eutectic solvent

Presenting author's email: kaoris15@comunidad.unam.mx

S2-abs037

MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS ELÉCTRICAMENTE CONDUCTORES CON APLICACIONES EN SENSADO Y AUTOREPARACIÓN

Rodolfo Cruz Silva¹

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

Los materiales eléctricamente conductores basados en termoplásticos idealmente combinan la conductividad eléctrica de los metales, con la procesabilidad a baja temperatura y la estabilidad química de los polímeros. Su conductividad eléctrica se basa en lograr la percolación de una carga eléctricamente conductora. Un caso especial y muy interesante son aquellos materiales compuestos con doble percolación. La doble percolación es un fenómeno que permite obtener altas conductividades eléctricas usando una fracción mínima de fase conductora. Esto permite optimizar la cantidad de material conductor que típicamente tiene un costo mayor al de la matriz, y usualmente evita comprometer las propiedades mecánicas del material compuesto resultante. Esto se combina con el hecho de que materiales 2D y 1D como el grafeno y los nanotubos de carbono pueden formar redes tridimensionales interconectadas que permiten alcanzar el punto de percolación a concentraciones relativamente bajas. Un aspecto clave de los compuestos diseñados cerca del umbral de percolación es su utilidad en aplicaciones de sensado. En estos materiales, pequeñas perturbaciones estructurales o ambientales inducen cambios drásticos en la resistencia eléctrica, lo que los convierte en buenos sensores para detectar deformaciones mecánicas, presión, cambios de temperatura y presencia de gases o disolventes. El monitoreo de la deformación a través de la conductividad eléctrica es especialmente atractivo en materiales poliméricos, ya que permite obtener una respuesta en tiempo real, sin necesidad de añadir transductores externos, y tiene gran aplicación en materiales compuestos de alto desempeño, como lo son los basados en fibra de carbono. Finalmente, un reto emergente y de gran interés consiste en diseñar compósitos que no solo conduzcan electricidad, sino que también posean la capacidad de autorrepararse en

respuesta a un estímulo eléctrico. Este tipo de funcionalidad permite prolongar la vida útil de dispositivos y recubrimientos inteligentes, evitando fallas catastróficas en aplicaciones donde la continuidad eléctrica es crítica. En esta plática se mostrarán algunos resultados de materiales compuestos de polímero aislante, entre ellos poliestireno, polipropileno, poliacrilonitrilo y fluoruro de polivinilideno; con materiales conductores como son nanoplaquetas de grafeno, nanotubos y polianilina, usando técnicas no convencionales de procesado. Finalmente se mencionarán algunas aplicaciones en sensado y en autoreparación de materiales compuestos.

Keywords: Materiales inteligentes, Doble percolación, autoreparación

Presenting author's email: rcruzsilva.ciq@gmail.com

S2-abs035

COMPUESTOS POLIMÉRICOS PIEZOELÉCTRICOS BASADOS EN PLA Y BaTiO₃

Mariana L. Luján-Aguilar¹, Diego Alejandro Uribe García², Mónica Elvira Mendoza Duarte³, Erika López Martínez³, Guillermo M. Herrera-Pérez¹, Ivan Alziri Estrada Moreno⁴

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Física de Materiales, Mexico. ²Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Mexico. ³Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Ingeniería y Química de Materiales, Mexico. ⁴SECIHTI - CIMAV, Ingeniería y Química de Materiales, Mexico.

El desarrollo de materiales compuestos poliméricos con propiedades piezoeléctricas constituye una alternativa de interés para la fabricación de andamios y dispositivos funcionales mediante técnicas de manufactura aditiva. En este trabajo se presentan tres sistemas basados en matrices biodegradables reforzadas con BaTiO₃ (BT). El primero corresponde al compósito PLA/Glicerol/BaTiO₃ (PLA/G/BT), en el cual la dispersión de partículas no fue completamente homogénea, aunque mostró buena procesabilidad en impresoras FDM convencionales y un desempeño mecánico adecuado en pruebas de compresión. El segundo material, PLA/PCL/BT, permitió ajustar la resistencia y la ductilidad al modificar la proporción entre PLA y PCL; la formulación con 20 % de PCL y 10 % de BaTiO₃ resultó la más equilibrada en términos de integridad estructural y procesabilidad. Finalmente, se incluye el sistema PLA/PBAT/BT, aún en etapa exploratoria, diseñado con la finalidad de aportar mayor flexibilidad sin comprometer la estabilidad mecánica ni la respuesta piezoeléctrica. La incorporación de BaTiO₃ en estas matrices poliméricas confiere propiedades funcionales que posicionan a estos compuestos poliméricos como candidatos atractivos para aplicaciones en sensores, plataformas bioactivas, estimulación celular y dispositivos para remediación ambiental.

Keywords: PLA, BaTiO₃, Compuestos poliméricos

Presenting author's email: ivan.estrada@cimav.edu.mx

S2-abs021

SÍNTESIS DE NANOHÍBRIDOS DE ÓXIDO DE GRAFENO REDUCIDO Y PLATA, Y SU INCORPORACIÓN A UNA MATRIZ POLIACRÍLICA: PRIMER ACERCAMIENTO A NANOCOMPUESTOS ELÉCTRICAMENTE SEMICONDUCTORES BASADOS EN POLIACRILATOS Y NANOHÍBRIDOS METAL-GRAFENO

Felipe Robles González¹, Arely Monserrat López Martínez¹, Odilia Pérez Camacho¹, José de Jesús Kú Herrera¹, Gregorio Cadenas Pliego¹, Jose Manuel Mata-Padilla¹, Maricela García Zamora¹, Víctor Eduardo Comparán Padilla¹

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

Se abarca la síntesis e incorporación de nanohíbridos a base de óxido de grafeno reducido y Ag (rGO-AgNPs) en poli(metacrilato de metilo-co-acrilato de n-butilo-co-N-11-carboxiundecilmaleimida) [poli(MMA-co-nBA-co-NUMI)] para la obtención de nanocompuestos con resistividad eléctrica (ρ) cercana a la de materiales eléctricamente semiconductores. Por espectroscopía UV-vis se verificó la presencia de nanopartículas de Ag (AgNPs) en estos nanohíbridos. El análisis termogravimétrico (TGA) indicó un contenido de Ag del 85% para los tres nanohíbridos, sugiriendo que la reducción de iones Ag^+ no fue afectada significativamente por las variaciones en la concentración del agente reductor empleado en su síntesis. Los índices de los planos cristalográficos de la Ag fueron identificados, en los tres nanohíbridos, por difracción de rayos X (XRD), determinando una distancia interplanar de 0.2356 nm [1]. La ρ de estos nanohíbridos resultó en el orden de $10^1 - 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$. Su incorporación en poli(MMA-co-nBA-co-NUMI) se llevó a cabo por polimerización in situ por radicales libres. La masa molecular promedio en número de estos nanocompuestos fue de 57 – 58 kDa, con dispersidad de 1.66 – 1.84. Adicionando un 2% m/m de nanohíbrido, se obtuvieron nanocompuestos con ρ de $10^8 - 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$, posicionándose en el umbral entre materiales aislantes y semiconductores, atribuyéndose a nanorrelleno insuficiente para establecer una red percolativa [2]. El presente estudio establece el punto de partida para la síntesis de nanocompuestos semiconductores a base de poliacrilatos y nanohíbridos rGO-Ag.

[1] M.H. Ali, M.A.K. Azad, K.A. Khan, M.O. Rahman, U. Chakma, A. Kumer, Analysis of Crystallographic Structures and Properties of Silver Nanoparticles Synthesized Using PKL Extract and Nanoscale Characterization Techniques, ACS Omega 8 (2023) 28133–28142. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01261>.

[2] N.S. Usevitch, E. V. White, A.E. Bowden, U.H. Mitchell, D.T. Fullwood, Modeling Piezoresistive Behavior of Conductive Composite Sensors via Multi-State Percolation Theory, Journal of Composites Science 9 (2025). <https://doi.org/10.3390/jcs9070354>.

Keywords: Síntesis sonoquímica, Nanohíbridos rGO-Ag, Semiconductores

Presenting author's email: felipe.robles.d23@ciqa.edu.mx

S2-abs030

Reforzamiento de una matriz polimérica base resina epóxica con plateletas de grafeno funcionalizado con grupos fosfato para su utilización como recubrimiento anticorrosivo y de barrera a la radiación UV-IR.

Aldair Hernandez de la Rosa¹, Edgar Homero Ramirez Soria², Ana María Arizmendi Morquecho³, Tania E. Lara-Ceniceros⁴, José Bonilla-Cruz⁵

¹Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Apan, Mexico. ²Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Materiales avanzados, Mexico. ³CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Laboratorio de Biomateriales y Cerámicos, Mexico. ⁴CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Síntesis en ingeniería de polímeros, Mexico. ⁵CIMAV, SC-Subsede Monterrey, 3D Lab, Mexico.

El desarrollo de recubrimientos multifuncionales con propiedades mejoradas representa un avance

importante en la protección y la prolongación de la vida útil de materiales estructurales. Las resinas epóxicas son recubrimientos comúnmente utilizados en condiciones de baja exigencia, debido a que los compuestos orgánicos volátiles (VOC's) generan poros que reducen el rendimiento en las propiedades mecánicas y ofrecen una protección moderada contra el ambiente. En este estudio, se diseñó un recubrimiento basado en resina epóxica (ER) reforzada con grafeno funcionalizado con grupos fosfato (GPOH) como aditivo. Este aditivo facilita puntos de entrecruzamiento con la resina, disminuyendo notablemente la cantidad de poros en la matriz polimérica. Este efecto mejora las propiedades mecánicas, la adherencia, la barrera contra la corrosión, y la resistencia a la radiación ultravioleta e infrarroja. El compuesto de resina epóxica/grafeno con grupos fosfato (ERGP) se formuló con diferentes concentraciones en peso de GPOH (0.1, 0.25 y 0.5%). El recubrimiento ERGP aplicado sobre acero estructural A 36 (ERGP/A36SS) mostró mejoras, incluyendo aumento en dureza en todas las concentraciones de GPOH, mayor resistencia al desgaste, mejor adherencia en concentraciones de 0.25 y 0.05%, y estabilidad en hidrofiliidad. Desde la perspectiva de protección anticorrosiva, también evidenció resistencia a la corrosión en medio salino (NaCl al 3.5 % p/v). Las pruebas electroquímicas mediante Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS) mostraron un incremento de hasta tres órdenes de magnitud en la resistencia a la corrosión, siendo la concentración de 0.5% la más efectiva, alcanzando hasta 1 GΩ, situándose en la categoría de recubrimientos anticorrosivos poliméricos de alto rendimiento. Además, se observó una reducción en la densidad de corriente y en el potencial de corrosión en las Curvas Potenciodinámicas (PPC). Estos resultados confirman que agregar GPOH no solo mejora las propiedades anticorrosivas, la resistencia al desgaste, la adherencia, la dureza y la estabilidad del recubrimiento, sino que también convierte la resina epóxica en un material reforzado de alto desempeño, con posibles aplicaciones en ambientes altamente exigentes.

Keywords: Composito grafeno/resina, recubrimiento multifuncional, propiedades mecánicas

Presenting author's email: aldairelarosa688@gmail.com

S2-abs033

Smart Corrosion Protection of Copper with Benzotriazole-Loaded Silica-PMMA Hybrid Nanocontainers from Pickering Emulsion Polymerization

Verónica Jiménez González¹, José Eduardo Terrazas Rodríguez¹, Auguste Roger Fouconnier Benoit¹, Abel Cortés García²

¹Universidad Veracruzana, Ciencias Químicas, Mexico. ²Universidad Veracruzana, Centro de investigaciones en Recursos Energéticos y Sustentables, Mexico.

Research on stimuli-responsive nanocontainers has attracted great interest due to their potential applications, such as corrosion inhibition. However, many reported systems present limitations related to the uncontrolled release of active agents and restricted functionality under real operating conditions. This study reports the synthesis of hybrid nanocontainers based on silica and poly(methyl methacrylate) (Si-PMMA) via a Pickering emulsion technique, designed for the encapsulation of the corrosion inhibitor benzotriazole (BTA). The effect of silica concentration on polymerization kinetics and droplet size was evaluated, revealing that higher silica content promotes emulsion stabilization and leads to more uniform particles. Morphological analysis by scanning electron microscopy (SEM) confirmed the formation of micro/nanocapsules with good dispersion and a homogeneous polymer coating. Subsequently, the encapsulation of BTA at different concentrations was investigated, showing that inhibitor loading influences the structural integrity of the nanocontainers. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) tests carried out on coatings applied to copper demonstrated that systems with higher silica and BTA content exhibit a significant improvement in corrosion resistance,

highlighting the potential of these nanocontainers as active additives in smart coatings. These results provide a promising strategy for the design of functional coatings with controlled inhibitor release aimed at protecting metallic materials such as copper.

Keywords: nanocontainers, corrosion, inhibitor

Presenting author's email: veronicajg_1997@hotmail.com

S2-abs010

SÍNTESIS ASISTIDA POR MICROONDAS DE NANOHÍBRIDOS rGO-Ag IN-SITU: UNA RUTA EFICAZ PARA UNA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA AVANZADA

Arely Monserrat López Martínez¹, Felipe Robles González², Odilia Pérez Camacho³, Jose Ku Herrera², Marisela García⁴, Víctor Eduardo Comparán Padilla⁴

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Síntesis Orgánica Macromolecular, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ³Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ⁴Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y síntesis, Mexico.

La reducción de óxido de grafeno (GO) es esencial para restaurar su conductividad eléctrica. A diferencia de los métodos tradicionales, la reducción asistida por microondas es una alternativa rápida y eficiente para crear nanohíbridos de rGO-AgNPs[1]. Esta técnica facilita la reducción del GO y la incorporación de nanopartículas de plata (AgNPs) de forma in situ, lo que es ideal para su uso en matrices poliméricas. La energía absorbida por microondas, desencadena la eliminación de los grupos funcionales oxigenados del GO, esta propiedad exhibe una mejor compatibilidad con polímeros, [2]. En el presente trabajo, los nanohíbridos modificados y sin modificar (rGO-AgNPs y rGO-M), fueron sintetizados mediante un método asistido por microondas, utilizando AgNO_3 , NaOH, como precursores. La caracterización con DRX, UV-Vis, SEM confirmaron la presencia de plata, mientras que las imágenes de TEM evidenciaron una distribución homogénea de las AgNPs. Los nanohíbridos modificados exhibieron una conductividad eléctrica en el orden de $10^{-2} \text{ S}\cdot\text{cm}$. Cabe destacar que la sonoquímica, ya ha sido empleada para este proceso, cuyo método es excelente para la dispersión y la prevención de la aglomeración de nanopartículas, permitiendo mayor uniformidad, y control de tamaños de partícula, mientras que los métodos asistidos por microondas ofrecen monitoreo en tiempo real de presión y temperatura en tiempos cortos y $< 1 \text{ h}$ [3]. En conclusión, los nanohíbridos rGO-M-AgNPs sintetizados, surgen como una alternativa verde para el desarrollo de compuestos poliméricos conductores. El método asistido de síntesis in situ es una ruta rentable para la obtención de materiales con aplicaciones, incluyendo electrónica flexible, sensores y dispositivos de almacenamiento de energía.

Referencias:

[1] A.K. Alzubaidi, et al., 13 (2023). <https://doi.org/10.3390/app13042182>.

[2] Z. Wei, S. Sarwar, et al., 678 (2025) 210–226. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2024.09.048>.

Keywords: Nanohíbridos de rGO-AgNPs, rGO-M-AgNPs, Síntesis asistida in situ

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

S2-abs008

DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS HÍBRIDOS BASADOS EN FIBRAS PRECURSORAS ESTABILIZADAS Y FIBRAS DE CARBONO RECICLADAS

Juan Sebastian Chaves Salazar¹, Daniel Alcalá Sánchez¹, José de Jesús Serralta Macías¹, Juan Carlos Tapia Picazo¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Ingeniería Química, Mexico.

Los materiales compuestos de matriz de resina epóxica y fibras de carbono han sido ampliamente estudiados durante los últimos años; estos materiales han demostrado un desempeño sobresaliente en aplicaciones estructurales debido a su alta resistencia mecánica y bajo peso. Por otra parte, el costo de las fibras de carbono está estrechamente relacionado con su nivel de pureza debido a los procesos realizados para la obtención de estas fibras y, a pesar de que el costo va disminuyendo con el tiempo, estas aún no son accesibles en muchos sectores. Es bien sabido que la pureza de las fibras de carbono está conectada directamente con sus propiedades mecánicas, si bien el desempeño del material compuesto depende principalmente de la interfaz entre las fibras y la matriz. Por ello, estudios recientes se centran en la modificación de la superficie de las fibras para disminuir la tensión superficial y mejorar el anclaje con la matriz. Además, la incorporación de nanomateriales carbonosos adicionados a la matriz como refuerzo en la zona interfacial, cabe señalar que, a pesar de las ventajas en sus aplicaciones, estos materiales suelen tener costos relativamente elevados.

En el siguiente trabajo se realizó la fabricación de materiales compuestos híbridos, mezclando fibras estabilizadas de carbón de baja pureza con partículas obtenidas a partir de residuos textiles y fibras de carbono preimpregnadas de desecho, además se evaluó el efecto de la modificación superficial a las fibras estabilizadas. Se implementó un diseño de experimentos de arreglo ortogonal con factores de composición de fibra, aditivo y resina-endurecedor, además del tratamiento superficial a las fibras continuas. La resistencia a la tracción y la deformación se establecieron como variables de respuesta. Los resultados mecánicos y de microscopia indican que la presencia de partículas de base de carbono incrementa la resistencia a tracción del material hasta un 36%. Asimismo, las fibras modificadas químicamente en la superficie presentaron una mayor rugosidad y mejor adherencia con la matriz, lo cual se tradujo en un aumento en la resistencia a la tracción del material compuesto.

Keywords: Compuestos, Preimpregnados, Interfase

Presenting author's email: j.chaves.11-3@hotmail.com

S2-abs029

FUNCIONALIZACIÓN DE GRAFENO MEDIANTE CICLOADICIÓN 2+1 CON LIGANDOS DE IMIDAZOL PARA SU INCORPORACIÓN EN MATRICES POLIMÉRICAS

Juan Carlos Romero Cabello¹, Luis Ernesto Elizalde¹, Odilia Pérez Camacho¹

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

La funcionalización del grafeno constituye una estrategia clave para mejorar su compatibilidad y dispersión en matrices poliméricas. En este trabajo se modificaron hojas de grafeno mediante una reacción de cicloadición 2+1 utilizando ligandos imidazol. Este proceso de funcionalización promueve el anclaje covalente de grupos funcionales en la superficie del grafeno, favoreciendo su interacción química con sistemas poliméricos. En este trabajo se plantea una ruta para la incorporación de grafeno modificado en matrices de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), con potencial para el desarrollo de nanocompuestos avanzados.

Keywords: Grafeno Funcionalizado, Nanocompuestos, Ligandos imidazol

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

S2-abs007

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE FIBRAS INTELIGENTES TRATADAS CON ZnO Y MICROCÁPSULAS DE ACEITES ESENCIALES: PARÁMETROS DE HILATURA Y EFECTO BACTERICIDA

Juan Oswaldo Alvarez Velasco¹, Juan Carlos Tapia Picazo¹, Daniel Alcalá Sánchez¹, José de Jesús Serralta Macías¹, Diana Lira Berlanga¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Ingeniería Química, Mexico.

En los últimos años, los textiles con propiedades antibacterianas han cobrado gran relevancia debido a su amplia gama de aplicaciones en sectores como salud, deportivo, alimenticio, cuidado personal, militar y empaques. En este trabajo se desarrollaron fibras acrílicas funcionalizadas con nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) incorporadas en el interior de la matriz polimérica para otorgarles propiedades antimicrobianas. Adicionalmente, se aplicaron microcápsulas aromáticas de aceites esenciales en la superficie, las cuales refuerzan la actividad antimicrobiana y aportan fragancia.

Las fibras se obtuvieron mediante un proceso no convencional de hilatura en húmedo a partir de acrílico reciclado, evaluando el efecto de parámetros como concentración de ZnO, temperaturas de secado y lavado, ciclos de impregnación, presión y velocidad de motores. La optimización de estas variables permitió una distribución homogénea de las nanopartículas y un desempeño antimicrobiano eficiente, preservando la integridad estructural.

El análisis morfológico por microscopía electrónica de barrido (SEM) confirmó la distribución uniforme de ZnO en el interior y superficie de las fibras. Las pruebas antimicrobianas frente a *Escherichia coli*, siguiendo normas ISO 20645:2004 y AATCC TM100-2019 adaptadas a textiles, mostraron halos de inhibición claros y reproducibles. Estos resultados demuestran que la incorporación de ZnO en fibras acrílicas recicladas es una estrategia efectiva para desarrollar materiales textiles sostenibles, con alto valor agregado y beneficios ambientales al reducir residuos y fomentar la economía circular.

Keywords: Fibras antimicrobianas, Nanomateriales, Hilatura en húmedo

Presenting author's email: juan.surfer.69@gmail.com

S2-abs032

DEVELOPMENT OF PROTON EXCHANGE MEMBRANES BASED ON

Manuel Saray Beas¹, César Sedano-De la Rosa¹, Jesús Ortiz Palacios²

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

The increased use of fossil fuels has led to successive emissions of CO₂ and other gases into the atmosphere, causing significant environmental problems. Currently, there is a strong push to develop new and innovative eco-sustainable energy generation devices. Proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) are promising due to their high energy conversion efficiency and enviro

Keywords: Proton conductivity, Bentonite, Fuel cell

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

S2-abs004

HIGH-PERFORMANCE POLYMERIC NANOCOMPOSITES THROUGH FUNCTIONALIZED NANOMATERIALS

José Bonilla-Cruz¹

¹CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Subsede Monterrey, Mexico.

Functionalizing nanomaterials is key to achieving homogeneous dispersion within a polymeric matrix. But how many functional groups are truly necessary on the nanomaterial surface to enhance the macroscopic properties of the resulting nanocomposite? In this talk, I will present two examples where mechanical and tribological properties were significantly improved using the same amount of nanomaterial—differing only in the degree of functionalization. Specifically, I will address the critical role of graft density ($G\phi$) in bi-functionalized graphene oxide (GO) with NH_2/NH_2 groups and its impact on the macroscopic properties of SLA 3D-printed nanocomposites. Using a one-step microwave-assisted synthesis, we achieved variable degrees of functionalization—categorized as low, medium, and high—at ultra-low loadings (0.01 wt.-%). Despite the minimal filler content, the resulting nanocomposites exhibited enhanced glass transition temperatures and improved thermal stability. Even at low graft densities, functionalized GO demonstrated superior compatibility with the cured resin, introducing a plasticizing effect. This effect allowed for a more adaptable mechanical response, enabling a transition from brittle to ductile behavior. Additionally, we elucidated how graft density plays a pivotal role in fine-tuning the toughness of the nanocomposite, even at ultra-low loadings. These findings provide valuable insights into SLA 3D printing and highlight the importance of nanofiller surface modification in optimizing material properties for diverse applications.

In a second example, the role of graft density also is studied, but on the functionalized SiO₂ nanoparticles to produce hybrid powder coatings with low friction coefficient. Nanoparticles migration was evidenced promoting a functional polymeric material.

Keywords: Graphene functionalization, graft density, improve properties

Presenting author's email: jose.bonilla@cimav.edu.mx

S2-abs026 Invited Talk

PET Circular para aplicaciones textiles de alto desempeño

Gabriel Luna Barcenas¹, Juan Carlos Tapia Picazo²

¹Tecnológico de Estudios Superiores, Instituto de Materiales Avanzados Para la Manufactura Sustentable, Mexico. ²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Chemical Engineering, Mexico.

El reciclado de plásticos representa un reto científico y tecnológico debido a la diversidad de los métodos de síntesis, procesamiento y aplicaciones industriales. En este sentido, la presente investigación propone una estrategia integral para la recolección, limpieza, acondicionamiento y reprocesamiento de desechos de poli(tereftalato de etilo), PET. Con el advenimiento de la nanotecnología, el presente proyecto combina elementos de correcto reciclado de PET y su impregnación con nanopartículas metálicas y óxidos metálicos principalmente, para mejorar y, en algunos casos, superar las propiedades mecánicas y reológicas de fibras de PET para su aplicación como fibra textil inteligente. En este proyecto se reportan varios prototipos de fibra PET con propiedades bactericidas mejoradas; también se reportan prototipos de mezclas con polímeros naturales con el objetivo de disminuir la huella de carbono. El presente proyecto se encuentra en proceso de patentamiento para poder ofertar una tecnología de aplicación industrial.

Keywords: PET Circular, Nanotecnología, Patente

Presenting author's email: gabriel.luna@tec.mx

S2-abs018

ESTUDIO DE LA INCORPORACION DE GO EN LA SINTESIS IN SITU DE GO/LLDPE Y SUS PROPIEDADES MECANICAS

Odilia Pérez Camacho¹, Maricela García Zamora¹, Víctor Eduardo Comparán Padilla¹

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

El óxido de grafeno (GO) ha sido ampliamente utilizado como nanorrelleno en la obtención de nanocompuestos poliméricos de diferentes tipos. La presencia de los grupos funcionales, epoxi, carboxilos, hidroxilos en los extremos de las hojas de grafeno, facilitan su funcionalización y exfoliación, encontrando diversas aplicaciones como materiales adsorbedores de metales y sustancias tóxicas, entre otras. Además de las propiedades mencionadas, el GO homogéneamente disperso en los termoplásticos, incrementa sus propiedades de reforzamiento manteniendo la flexión, características físicas que amplían las aplicaciones de este tipo de materiales. En esta contribución se reporta el estudio de la incorporación de nanopartículas de GO en matrices de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) en nanocompuestos de GO/LLDPE, obtenidos mediante la copolimerización in situ de etileno y 1-octeno en presencia de GO, con un sistema catalítico clásico metaloceno/metilaluminóxano modificado (MMAO), específicamente el nBuCp₂ZrCl₂/MMAO. La incorporación del GO se estudió mediante el método in situ directo, y a través de la funcionalización previa del GO con MMAO (GO/MMAO), evaluados bajo las mismas condiciones de copolimerización. Los nanocompuestos obtenidos por los dos métodos se caracterizaron por RMN de ¹³C, DRX, GPC, DSC, TGA y microscopía de SEM. El comportamiento viscoelástico y la resistencia de los nanocompuestos se evaluó por DMA, observando que el nanocompuesto obtenido con el GO/MMAO mostró una dispersión homogénea y módulos de almacenamiento y pérdida superiores a los nanocompuestos sintetizados por el método in situ

tradicional.

Keywords: óxido de grafeno, nanocompuestos LLDPE, polimerización in situ

Presenting author's email: odilia.perez@ciqa.edu.mx

Alcalá Sánchez, Daniel S2-abs008, S2-abs007
 Alvarez Velasco, Juan Oswaldo S2-abs007
 Arizmendi Morquecho, Ana María S2-abs031, S2-abs030
 Berg, Alex S2-abs005
 Bonilla Cruz, José S2-abs031, S2-abs030, S2-abs004
 Cadenas Pliego, Gregorio S2-abs021
 Canche Escamilla, Gonzalo S2-abs005
 Carrasco García, Karla S2-abs025
 Carrasco Saavedra, Saúl S2-abs023, S2-abs024
 Castro Velázquez, Verónica S2-abs038
 Chaves Salazar, Juan Sebastian S2-abs008
 Cisneros López, Erick Omar S2-abs006
 Colín Orozco, Elena S2-abs015
 Comparán Padilla, Víctor Eduardo S2-abs018, S2-abs017, S2-abs016, S2-abs021, S2-abs010
 Corona Ruiz, Liliana Trinidad S2-abs034
 Cortés García, Abel S2-abs033
 Cruz, Victor S2-abs016, S2-abs017
 Cruz Cruz, Guillermo Jesús S2-abs015
 Cruz Silva, Rodolfo S2-abs036, S2-abs037
 Da Silva, Luciano S2-abs017, S2-abs019, S2-abs016
 Domínguez Cano, Andres S2-abs036
 Dominguez Ramón, Rosalinda S2-abs036
 Duarte Aranda, Santiago S2-abs005
 Elizalde, Luis Ernesto S2-abs029
 Estrada Moreno, Ivan Alziri S2-abs035
 Flores Nava, Fernando G. S2-abs015
 Fouconnier Benoit, Auguste Roger S2-abs033
 García, Marisela S2-abs010
 García Uriostegui, Lorena S2-abs025, S2-abs034
 García Zamora, Maricela S2-abs018, S2-abs009, S2-abs021
 Guerrero Bermea, Cynthia S2-abs036
 Gutierrez Gomez, Tonantzin S2-abs040
 Hernandez de la Rosa, Aldair S2-abs031, S2-abs030
 Hernández del Castillo, Pável César S2-abs038
 Herrera Pérez, Guillermo M. S2-abs035
 Jiménez González, Verónica S2-abs033
 Ku Herrera, Jose S2-abs010
 Kú Herrera, José de Jesús S2-abs021, S2-abs009
 Lara Cenicerros, Tania E. S2-abs031, S2-abs030
 Lira Berlanga, Diana S2-abs007
 Lomeli Rosales, Diego Alberto S2-abs040
 López García, Samari S2-abs009
 López González, Andrea S2-abs006
 López Gonzaleznúñez, Rosa Gabriela S2-abs006
 López Martínez, Arely Monserrat S2-abs010, S2-abs021
 López Martínez, Arely Montserrat S2-abs009
 López Martínez, Erika S2-abs035
 Lozano Ramirez, Tomas S2-abs017, S2-abs016
 Luján Aguilar, Mariana L. S2-abs035
 Luna Barcenás, Gabriel S2-abs026

Macias Balleza, Emma Rebeca S2-abs006
Martinez Colunga, Juan Guillermo S2-abs016, S2-abs017, S2-abs019
Mata Padilla, Jose Manuel S2-abs021, S2-abs017, S2-abs016
Meléndez Ortiz, Héctor Iván S2-abs025, S2-abs034
Mendoza Duarte, Mónica Elvira S2-abs035
Morales Acosta, Diana S2-abs017, S2-abs016
Morales Narváez, Edén S2-abs001
Mota Morales, Josue S2-abs023, S2-abs024, S2-abs003, S2-abs001
Muñoz García, Ruben Octavio S2-abs040
Nuño Donlucas, Sergio Manuel S2-abs014
Olayo González, Ma. Guadalupe S2-abs015
Ortega Cordova, Raul S2-abs023, S2-abs024
Ortiz Palacios, Jesús S2-abs032
Palacios González, J. Cuauhtémoc S2-abs015
Pereira, Miguel S2-abs005
Pérez Camacho, Odilia S2-abs018, S2-abs010, S2-abs021, S2-abs009, S2-abs029
Pérez García, María Guadalupe S2-abs023, S2-abs024
Ramírez, Eduardo S2-abs022
Ramírez Soria, Edgar Homero S2-abs031, S2-abs030
Ramirez Garcia, Gonzalo S2-abs023, S2-abs024
Robles González, Felipe S2-abs010, S2-abs021, S2-abs009
Rodriguez Gonzalez, Vicente S2-abs038
Romero Cabello, Juan Carlos S2-abs029
Rudo Tolentino, Valeria S2-abs003
Sánchez Carrillo, Kaori Nayeli S2-abs003, S2-abs023, S2-abs024, S2-abs001
Sanchez Valdes, Saul S2-abs016, S2-abs017, S2-abs019
Saray Beas, Manuel S2-abs032
Sedano De la Rosa, César S2-abs032
Sepúlveda Gúzman, Selene S2-abs036
Serralta Macías, José de Jesús S2-abs008, S2-abs007
Soltero, Félix Armando S2-abs023, S2-abs024
Tapia Picazo, Juan Carlos S2-abs008, S2-abs007, S2-abs026
Terrazas Rodríguez, José Eduardo S2-abs033
Toriz, Guillermo S2-abs025
Uribe García, Diego Alejandro S2-abs035
Vázquez Lepe, Milton Oswaldo S2-abs034
Vega Baudrit, José Roberto S2-abs042
Ventolero Hernández, Adriana S2-abs015
Ventura, Guadalupe S2-abs025