



ABSTRACTS

S6. Impresión 3D, superficies e interfaces poliméricas

S6. Impresión 3D, superficies e interfaces poliméricas

Symposium Organizers:

José Bonilla Cruz CIMAV, Monterrey
Daniel Ramírez Arreola UdeG

S6-abs005

3D PRINTING OF A NON-TOXIC POLYMERIZED RESIN VIA DIGITAL LIGHT PROCESSING

Yovanni Fabian Bernardino¹, Melisa Trejo², Armando Edgar Castillo García², Ryan McGorty³, Tania E. Lara-Ceniceros², José Bonilla-Cruz²

¹University of California, Mechanical Engineering, United States. ²Centro de Investigación en Materiales Avanzados, 3D LAB, Mexico. ³University San Diego, College of Arts and Sciences, United States.

Three-dimensional (3D) printing is revolutionizing prototyping and manufacturing. Digital Light Processing (DLP), a 3D printing method, uses UV light to cure a liquid resin into a solid through polymerization, enabling fast and precise prints. Unfortunately, resins for DLP 3D printing are often toxic. In this study, we formulate a non-toxic resin for DLP 3D printing and determine the mechanical properties of the printed objects. Our aim is to understand how varying the ratios of the components of the resin affects the curing properties of the resin and the mechanical properties of printed objects. We experimentally measure these properties using swelling data and stress-strain tests. We hypothesize that an optimized, non-toxic resin can be formulated which will allow for more sustainable 3D printing. Our initial results show that our formulations result in prints that are rigid, transparent, and with a subtle blue fluorescence after curing. Notably, our synthesis and printing process remains non-toxic, supporting the development of green, sustainable 3D printing alternatives to traditional methods. This work suggests that these resins present strong potential for applications in biomedical devices, environmental technologies, and sustainable engineering solutions.

Keywords: 3D printing, Digital Light Processing, Non-toxic

Presenting author's email: yovannifabian8@gmail.com

S6-abs007

RECUBRIMIENTOS CON PMMA-co-PTMSPMA EN SOLUCIÓN Y CON CARGA DE NANOPARTÍCULAS DE TiO₂ DEPOSITADOS SOBRE ACERO AISI 316

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

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

En la búsqueda de protección de sustratos de acero inoxidable que son susceptibles a bioincrustación, corrosión y abrasión mecánica, debilitando la integridad del metal se han aplicado recubrimientos con propiedades tanto físicas como químicas que aíslan el material del medio, prolongando la vida útil de estos materiales. En este trabajo se realizó la aplicación de recubrimientos poliméricos en solución sobre sustratos

de acero inoxidable para evaluar sus capacidades de protección con base a su hidrofobicidad y determinar su naturaleza físico-química. Los primeros recubrimientos se realizaron a partir de copolímeros en solución de PMMA-co-PTMSPMA, con proporciones monoméricas de 90/10, 75/25 y 10/90, previamente sintetizados. Adicionalmente, se efectuaron acabados de las mismas soluciones de poliacrilatos, pero con una carga de nanopartículas de TiO_2 al 5.0, 10.0 y 20.0 por ciento en peso, para comprobar cambios en las propiedades superficiales. Los recubrimientos fueron aplicados usando la técnica Dr. Blade, y posteriormente los recubrimientos se curaron a 100, 150 y 200 °C para su reticulación. Finalmente, los sustratos recubiertos fueron caracterizados mediante FTIR-ATR para verificar la química superficial del acabado por curado térmico, pruebas de dureza, rugosidad, adherencia y ángulo de contacto. Los principales resultados respecto de los recubrimientos obtenidos de la deposición de los copolímeros en solución y su posterior proceso de curado térmico, mostraron que el recubrimiento que presentó menor mojabilidad y una alta adherencia fue el de la relación de MMA/TMSPMA 10/90 curado a 200 °C mostrando un ángulo de contacto de 90.3° y un valor de adherencia por trama cruzada 5B. Para los recubrimientos con nanopartículas de TiO_2 el mejor comportamiento hidrófobo fue obtenido para el copolímero con una relación 90/10 y un % en peso del 10% de nanopartículas, mostrando un ángulo de contacto de 103.2°.

Keywords: poliacrilatos, recubrimientos, nanopartículas

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

S6-abs009

EFECTO DE LA ORIENTACIÓN DEL PATRÓN DE RELLENO SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MWCNTs/LLDPE EN PROTOTIPOS IMPRESOS EN 3D

Maricela García Zamora¹, Luis Fernando González Sánchez¹, José de Jesús Kú Herrera¹, Víctor Eduardo Comparán Padilla¹, Odilia Pérez Camacho¹, Felipe Robles González¹

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

En este trabajo se reporta el estudio de las propiedades mecánicas determinadas por análisis mecánico dinámico (DMA) de un nanocompuesto conformado por polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) reforzado con 4.2% m/m de nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNTs), el cual fue obtenido mediante la copolimerización por coordinación in situ de etileno y 1-octeno en presencia de MWCNTs. Este nanocompuesto (MWCNTs/LLDPE) fue transformado a filamento de 1.75 mm $\pm$ 0.02 mm de diámetro, en un miniextrusor monohusillo y, posteriormente, procesado mediante impresión 3D, en particular, fabricación por filamento fundido (FFF) para la obtención de especímenes en forma de prismas rectangulares de 35.5 mm x 12.7 mm x 3.2 mm, con patrón de relleno rectilíneo orientado a 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90°. La caracterización se llevó a cabo mediante DMA, utilizando un equipo DMA Q800, en configuración de viga simple en voladizo, sometiendo, a los especímenes, a un modo de carga de flexión con una amplitud de 20 μ m y una frecuencia de 1 Hz. El análisis se realizó en un intervalo de temperatura de 40 a 100°C, con una tasa de calentamiento de 5°C/min. Se investigó el efecto de la orientación del patrón de relleno sobre la respuesta termomecánica de dichos especímenes, para los cuales se observó la disminución de su módulo de almacenamiento (E') con el incremento de la temperatura, comportamiento característico de los polímeros semicristalinos. Además, la marcada dependencia de E' con la orientación del patrón de relleno resalta la anisotropía mecánica inherente de prototipos tridimensionales a base del nanocompuesto MWCNTs/LLDPE procesados mediante FFF.

Keywords: Nanocompuestos MWCNTs, LLDPE, Impresión 3D

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

S6-abs010

Caracterización mecánica de andamios 3D de PLA/BT/G fabricados por impresión FDM

Mariana L. Luján-Aguilar¹, Ivan A. Estrada-Moreno², Caleb Carreño-Gallardo³, Jesús S. Uribe-Chavira¹, Mónica E. Mendoza-Duarte⁴, Néstor O. Uribe-Chavira¹, Guillermo M. Herrera-Pérez⁵

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Física de Materiales, Mexico. ²SECIHTI - CIMAV, Ingeniería y Química de Materiales, Mexico. ³Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Metalurgia e Integridad Estructural, Mexico. ⁴Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Ingeniería y Química de Materiales, Mexico. ⁵SECIHTI - CIMAV, Física de Materiales, Mexico.

El diseño de andamios compósitos con propiedades mecánicas ajustables es fundamental para el desarrollo de materiales estructurales avanzados. En este trabajo se fabricaron andamios basados en superficies mínimas periódicas triplemente (TPMS) mediante impresión 3D por deposición fundida (FDM), utilizando un compósito PLA/BaTiO₃/glicerol (PLA/BT/G) con una composición en peso de 85 %, 10 % y 5 % respectivamente. El filamento extruido mostró una dispersión homogénea de partículas, confirmada por SEM y EDS, y resultó adecuado para procesarse en impresoras FDM convencionales. Las pruebas de compresión revelaron que los andamios PLA/BT/G presentaron mayor capacidad de carga, absorción de energía y un colapso más uniforme respecto a los de PLA, los cuales fallaron de manera frágil y abrupta. Estos resultados demuestran el potencial del compósito PLA/BT/G para aplicaciones que requieren resistencia mecánica y mecanismos de falla controlados.

Keywords: FDM, materiales compósitos, TPMS

Presenting author's email: mariana.lujan@cimav.edu.mx

S6-abs014

Desempeño Termorresistivo de Nanocompuestos de Poliacrilato/MWCNT Fabricados por Manufactura Aditiva: Influencia de la Arquitectura de Relleno

Sergio Antonio González Ortiz¹, Odilia Pérez Camacho¹, José de Jesús Kú Herrera¹, Maricela García Zamora¹, Víctor Eduardo Comparán Padilla¹

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

Se estudió la relación estructura-propiedad en sensores termorresistivos de un nanocompuesto de poliacrilato/MWCNT fabricado por filamento fundido (FFF). El nanocompuesto, sintetizado mediante polimerización in situ, presentó propiedades fisicoquímicas adecuadas para FFF, alcanzando una conductividad eléctrica de 2.69 S/m, con una baja concentración de MWCNT (1.56 % p/p). A partir de este material, se imprimieron termistores modificando sistemáticamente la arquitectura de relleno (patrón rectilíneo, triangular y giroidal con densidades de 30, 40 y 50 %). Posteriormente, se evaluó su desempeño en ciclos térmicos (0–30 °C), extrayendo métricas clave como el coeficiente de temperatura, la histéresis y la sensibilidad. El análisis de datos se realizó en Python mediante un enfoque multivariable, empleando matrices de correlación de Pearson para cuantificar las interdependencias. Los resultados evidencian una fuerte correlación entre los parámetros de impresión y el desempeño funcional de los sensores. Asimismo, se

demuestra la utilidad de un flujo de trabajo reproducible en Python para identificar variables de proceso críticas en la optimización de dispositivos impresos.

Keywords: Nanocompuestos poliméricos, Termorresistividad, Análisis multivariable

Presenting author's email: sergio.gonzalez.d22@ciqa.edu.mx

S6-abs015

DISEÑO DE BIOTINTAS BASADAS EN ALGINATO Y GELATINA PARA BIOIMPRESIÓN 3D

David Samaniego Camberos¹, Daniela Patricia de la Vega Silva¹, Daniel Alejandro González Palafox², Teresa del Castillo Castro², Jesus Manuel Quiroz Castillo², Francisco Javier Caro León³, Damian Francisco Plascencia Martinez²

¹Universidad de Sonora, Departamento Ingeniería Química y Metalurgia, Mexico. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Mexico. ³Universidad de Sonora, División de Investigación en Física, Mexico.

Introducción

La bioimpresión 3D es una tecnología emergente que permite la fabricación capa por capa de estructuras biológicas complejas mediante biotintas compuestas de polímeros, células y biomoléculas. Para ser funcionales, las biotintas deben presentar biocompatibilidad, adecuada viscosidad para su extrusión, estabilidad en condiciones fisiológicas y una tasa de degradación controlada que acompañe el crecimiento celular. Sin embargo, aún persiste el reto de formular mezclas poliméricas que cumplan con todos estos requisitos de manera equilibrada.

Objetivo

Diseñar e implementar una biotinta compuesta por alginato, gelatina y carboximetilcelulosa (CMC), evaluando sus propiedades de estabilidad y reológicas para su potencial aplicación en bioimpresión 3D.

Metodología

Se prepararon soluciones de alginato (6% p/v) y gelatina (10% p/v), utilizando CaCl₂ como agente entrecruzante. Los hidrogeles obtenidos se evaluaron mediante ensayos de estabilidad (pérdida de masa en 15 días inmersos en PBS como medio de simulación fisiológica), pruebas reológicas (curvas de viscosidad en mezclas con diferentes proporciones alginato/gelatina/CMC) y pruebas de impresión para evaluar la eficacia del material para generar estructuras viables para inoculación celular.

Resultados

Los ensayos mostraron que la proporción de alginato y gelatina influye directamente en la resistencia de los hidrogeles, su capacidad de retención de agua y el comportamiento viscoso de las mezclas. Se identificaron formulaciones con propiedades reológicas compatibles con los requerimientos de bioimpresión.

Conclusión

La combinación de alginato, gelatina y CMC representa una alternativa prometedora para el desarrollo de biotintas, ofreciendo un balance adecuado entre extruibilidad, biocompatibilidad y estabilidad. Este estudio contribuye al avance hacia la creación de materiales funcionales para aplicaciones de medicina regenerativa y bioimpresión personalizada.

Referencias

- Kim J, Choi Y-J, Gal C-W, et al., 2023, Development of an alginate–gelatin bioink enhancing osteogenic differentiation by gelatin release. *Int J Bioprint*, 9(2): 660. <https://doi.org/10.18063/ijb.v9i2.660>.
- Cavallo, A.; Radaelli, G.; Al Kayal, T.; Mero, A.; Mezzetta, A.; Guazzelli, L.; Soldani, G.; Losi, P. Optimization of Gelatin and Crosslinker Concentrations in a Gelatin/Alginate-Based Bioink with Potential Applications in a Simplified Skin Model. *Molecules* 2025, 30, 649. <https://doi.org/10.3390/molecules30030649>.
- Jiang, T.; Munguia-Lopez, J. G.; Gu, K.; Bavoux, M. M.; Flores- Torres, S.; Kort-Mascort, J.; Grant, J.; Vijayakumar, S.; De Leon- Rodriguez, A.; Ehrlicher, A. J.; et al. Engineering Bioprintable Alginate/Gelatin Composite Hydrogels with Tunable Mechanical and Cell Adhesive Properties to Modulate Tumor Spheroid Growth Kinetics. *Biofabrication* 2020, 12, 015024.

Keywords: Medicina Regenerativa, Biotintas, Impresión 3D

Presenting author's email: a221205584@unison.mx

S6-abs016

MODELADO MATEMÁTICO DE LA RELAJACIÓN EN ESTRUCTURAS AUXÉTICAS DE TPU FABRICADAS CON IMPRESIÓN 3D

Victor Alan Cavazos Ramírez¹, Jesús Gabino Puente Córdova¹, Nasser Mohamed Noriega¹, José Alfredo Godínez Yerena¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, CCPI, Mexico.

Las estructuras auxéticas presentan propiedades mecánicas poco convencionales y útiles en aplicaciones de absorción de energía, control de deformaciones y mitigación de impactos. En este trabajo evaluamos la respuesta viscoelástica de estructuras auxéticas fabricadas por impresión 3D en poliuretano termoplástico (TPU), un material que combina flexibilidad y resistencia y resulta idóneo para geometrías no convencionales. Se llevaron a cabo ensayos mecánicos dinámicos sobre muestras representativas y los datos experimentales se ajustaron a modelos viscoelásticos clásicos como Maxwell, Zener y Maxwell generalizado. La comparación entre modelos permitió identificar la capacidad predictiva y las limitaciones de cada enfoque para describir la dependencia temporal y frecuencial de la respuesta mecánica. Los resultados ofrecen una base metodológica para el diseño predictivo de componentes auxéticos manufacturados por FDM, orientada a aplicaciones que requieren control de amortiguamiento y recuperación elástica.

Keywords: Impresión 3D, Modelado matemático, Auxéticas

Presenting author's email: victorzvacr@gmail.com

S6-abs018

POLYMERIC FILM FORMATION AND ADHESIVE WEAR OF TIRE RUBBER ON CONCRETE STUDIED BY IMAGE PROCESSING

Alexei Perez Nuñez¹, Karlos Emmanuel Espinoza Ramos¹, César Sedano-De la Rosa¹

¹Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingenierías, Mexico.

Polymeric Film formation by adhesive wear in rubber–concrete contact is strongly influenced by the behavior of Styrene–Butadiene Rubber (SBR), the main polymer used in tire treads. Under rolling conditions, SBR exhibits viscoelastic deformation and interfacial adhesion that promote the progressive detachment and transfer of material. This process leads to the formation of a polymeric film on the concrete surface, composed of SBR fragments whose properties reflect the polymer’s molecular structure, degree of crosslinking, and thermal–mechanical history. The growth, distribution, and eventual detachment of this polymeric film provide key insights into the tribological response of SBR, linking fundamental polymer science with applied wear studies. Understanding these mechanisms is essential not only to optimize SBR formulations for improved performance but also to assess the environmental impact of polymeric residues generated by tire wear.

This work presents a tribological test bench consisting of a concrete drum that simulates real road surfaces, together with a tire under controlled load, speed, and pressure conditions. The system integrates a Mako U-029 high-speed camera synchronized with an encoder, enabling the analysis of the progressive adhesion of rubber to concrete. The images are processed in Python using libraries such as OpenCV, Scikit-learn, and TensorFlow, applying computer vision and machine learning techniques to quantify the percentage of adhesive wear. Detached particles are collected and characterized through scanning electron microscopy (SEM) to evaluate their morphology and composition.

The proposed methodology aims to establish a reproducible quantification method for adhesive wear that complements existing tire–pavement research. Its results may contribute to the optimization of polymeric compounds in tires, the development of preventive maintenance strategies, and the reduction of pollutant emissions. In this way, the project not only advances the tribological understanding of rubber–concrete contact but also provides an approach with environmental, industrial, and socioeconomic implications oriented toward sustainability. Preliminary findings suggest that this strategy offers valuable insights into the dynamics of polymer film formation, with potential implications for optimizing tire formulations, improving pavement interactions, and mitigating microplastic emissions.

Keywords: Computer vision, Machine learning, Adhesive wear

Presenting author's email: alexei.perez@alumnos.udg.mx

S6-abs019

THERMAL RESPONSE AND HARDNESS VARIATION OF STYRENE–BUTADIENE RUBBER IN TIRE–PAVEMENT INTERACTION TESTS

María Elizabeth Sedano Hernandez¹, Karlos Emmanuel Espinoza Ramos¹, César Sedano-De la Rosa¹

¹Universidad de Guadalajara, Ingenierías, Mexico.

Styrene Butadiene Rubber (SBR), a widely used polymer used in tire formulations, experiences complex thermomechanical processes during tire-pavement contact. At the micro-scale, the hardness of the road generates by abrasion particles from the tire. One part of those particles is released into the environment, resuspended in the air, or carried by fluvial ways. The other part of these particles remains adhered to the road surface. Furthermore, at the macro scale, the tire slightly deforms due to hysteresis. Elastic rubber properties store energy with this deformation, and viscoelastic rubber properties release this energy as heat.

The aim of this work is to analyze the heat responses of the rubber tire by heat application on a tire-pavement wear tester. Hardness of rubber tire was monitored at room temperature and 40 °C after the experiments. Heat distribution was observed by means of a thermal camera heat on the tire rubber texture. Experiments set a load of 3000 N, rolling distance of 28.8 Km, and tire inflation pressure of 32 psi. The results provide insight into the thermo-mechanical behavior of SBR under real-like loading conditions, highlighting the interplay between heat generation, viscoelasticity, and hardness variation in this polymer.

Keywords: Styrene–Butadiene Rubber (SBR), Rubber tire thermal response, Rubber hardness

Presenting author's email: maria.sedano5541@alumnos.udg.mx

S6-abs021

SPECTRAL ANALYSIS OF ACOUSTIC EMISSIONS FROM STYRENE–BUTADIENE RUBBER (SBR) DURING CONTROLLED CONCRETE CONTACT

Fernando Gálvez¹, Karlos Emmanuel Espinoza Ramos², Francisco José Aranda Garcia², César Sedano-De la Rosa²

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

Styrene–Butadiene Rubber (SBR), the predominant polymer in tire tread formulations, is directly responsible for the acoustic and tribological response observed during contact with concrete. As a viscoelastic polymer, SBR undergoes deformation, adhesion, and friction processes that not only govern wear and particle release but also generate a characteristic acoustic field during rolling. The analysis of these polymer-driven acoustic emissions offers an indirect pathway to monitor the state of the material, providing valuable information on how the molecular structure, viscoelasticity, and surface interactions of SBR influence both wear mechanisms and environmental release of polymeric residues.

An experimental test bench was developed, consisting of a rotating concrete drum in contact with a tire segment, subjected to controlled load, speed, and inflation pressure. The setup integrates vibration sensors and a high-precision acoustic acquisition system with sound level meters, enabling synchronized recording of rubber–concrete interactions and their associated noise emissions under reproducible conditions. The recorded signals were analyzed using Fast Fourier Transform (FFT), Short-Time Fourier Transform (STFT), and one-third octave band analysis to identify dominant frequencies, harmonics linked to tread patterns, and resonances associated with concrete texture at rolling speeds of 20, 25, and 30 km/h. Preliminary observations indicate that acoustic spectral features can reveal relevant trends in the dynamic response of SBR, suggesting their potential as complementary indicators for assessing polymer wear mechanisms and

material performance during tire–pavement interaction.

Keywords: Styrene–Butadiene Rubber, Tire–concrete interaction,, Spectral analysis.

Presenting author's email: Fernando.galvez@alumnos.udg.mx

S6-abs022

DESARROLLO DE FILAMENTOS POLIMÉRICOS A PARTIR DE PET RECICLADO Y BIOCARGAS TRATADAS CON NaOH

Jesus Armando Zuñiga Estrella¹, Mariana Geronis Ibarra¹, Ulises Matías Garçía Pérez¹, Sofía Vázquez Rodríguez¹

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

La creciente demanda por materiales sostenibles ha impulsado el desarrollo de compuestos poliméricos que integran residuos post-consumo y agroindustriales. En este trabajo se presenta la fabricación de filamentos para impresión 3D a partir de polietilentereftalato reciclado (RPET), reforzado con cáscara de nuez pecana (PNS) modificada químicamente con hidróxido de sodio (NaOH), y la evaluación de sus propiedades térmicas, mecánicas y morfológicas. La modificación alcalina de la biocarga elimina componentes amorfos superficiales y mejora la interacción con matrices hidrófobas, favoreciendo la compatibilidad interfacial, la dispersión y las propiedades mecánicas. Los filamentos fueron fabricados en un extrusor de doble tornillo a partir de PET reciclado triturado, PNS y PNS modificada, y se desarrollaron formulaciones con 0%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de carga. Los resultados muestran que las partículas PNS contienen principalmente celulosa, la cual potencia las propiedades del compuesto a bajas concentraciones de refuerzo; no obstante, esto se ve limitado por la pobre compatibilidad entre el la matriz y la carga. Tras el tratamiento con álcalis, la superficie de PNS presenta mayor rugosidad, lo que mejora la adhesión interfacial y favorece la afinidad de las macromoléculas a cristalizar sobre partículas modificadas. Ante concentraciones altas, las partículas presentan mala dispersión y también ocurre una fractura de las partículas de relleno, provocando la disminución en las propiedades mecánicas del material y que la cristalización se vea limitada. En conjunto, esta investigación analiza los parámetros que influyen en la incorporación de residuos agroindustriales en polímeros y propone alternativas para la reutilización de desechos como el PET.

Keywords: Biocarga, Polietilentereftalato, Filamento

Presenting author's email: jesusarmando900@hotmail.com

S6-abs012 Invited Talk

ESTRUCTURAS TRIDIMENSIONALES SUPERHIDROFÓBICAS BIO-INSPIRADAS PARA EL DISEÑO DE PLATAFORMAS MULTIRREACCIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA DE NEBLINA

José Bonilla-Cruz¹

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

Parahydrophobic surfaces (PHSs) composed of arrays of cubic μ -pillars with a double scale of roughness and variable wettability were systematically obtained in one step and a widely accessible stereolithographic Formlabs 3D printer. The wettability control was achieved by combining the geometrical parameters (H = height and P = pitch) and the surface modification with fluoroalkyl silane compounds. XPS and SEM-EDAX observed a homogeneous distribution of F and Si atoms onto the pillars. A nano-roughness on the heads of the pillars was achieved without any post-treatment. The smallest P values lead to surfaces with static contact angles (CAs) $>150^\circ$ regardless of the H utilized. Interestingly, the relationship $0.6 \leq H/P \leq 2.6$ obtained here was in good agreement with the H/P values reported for nano- and submicron pillars. Furthermore, experimental CAs, advancing and receding CAs, were consistent with the theoretical prediction from the Cassie–Baxter model. Structures covered with perfluorodecyltriethoxysilane with high H and short P lead to PHSs. Conversely, structures covered with perfluorodecyltrimethoxysilane exhibited a superhydrophobic behavior. Finally, several aqueous reactions, such as precipitation, coordination complex, and nanoparticle synthesis, were carried out by placing the reactive agents as microdroplets on the parahydrophobic pillars, demonstrating the potential application as chemical multi-reaction array platforms for a large variety of relevant fields in microdroplet manipulation, microfluidics systems, and health monitoring, among others.

On the other hand, under the current climatic conditions, one of the main problems has been the obtaining of vital natural resources for the survival of mankind; clearly, water is the most important of them. In several countries of the world, obtaining drinking water to satisfy the needs of all the inhabitants has been a challenge since the climatic changes that the world suffers due to the environmental ravages caused by the same human beings have polluted the water sources, or they have dried up. For this reason, science has been developing various methods to obtain water from different devices. However, what is often overlooked are the environmental conditions that arise, presenting opportunities for innovation and research into collecting water from climatic conditions such as fog and humidity. This research is focused on achieving a bioinspired 3D printing passive system for water harvesting from the air. This device was bio-inspired by the natural structures of some plants, which have taken advantage of these weather conditions to survive for years. But there are different factors that lead to water collection from these living organisms, such as the surface morphology, their roughness, shape, porosity, and others, as well as their corresponding physicochemical properties. We 3D-printed several cactus spines, taking as a basis its structural morphology and varying aspects such as the inclination of the tip, the roughness, and the spine contact area (solid or hollow). These designs promoted the best water uptake since a passive water collection system in the presence of fog.

Keywords: Impresión en 3D, superhidrofobia, SLA

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

S6-abs002

IMPRESIÓN 3D POR DLP DE POLI(HIDROURETANO-co-ÁCIDO ACRÍLICO) CON PROPIEDADES FLUORESCENTES

Armando Edgar Castillo García¹, Melisa Trejo¹, Tania E. Lara-Ceniceros¹, Luis Ernesto Elizalde², Yovanni Fabian Bernardino³, Ryan McGorty⁴, José Bonilla-Cruz¹

¹CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Nano & Micro Additive Manufacturing of Polymers and Composite Materials Laboratory “3D LAB”, Mexico. ²CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Department of Macromolecular Chemistry and Nanomaterials, Mexico. ³University of California, Nano & Micro Additive Manufacturing of Polymers and Composite Materials Laboratory “3D LAB”, United States. ⁴University San Diego, Nano & Micro Additive

Manufacturing of Polymers and Composite Materials Laboratory “3D LAB”, United States.

En este trabajo se presenta por primera vez la síntesis y evaluación de formulaciones fotocurables basadas en ácido acrílico (AA) y poli(hidrouretanos) acrilatados (PHUa) para impresión 3D mediante DLP. El PHUa fue obtenido mediante una estrategia en tres etapas: adición tiol-eno, amiolisis, y funcionalización con metacrilato de glicidilo, permitiendo introducir grupos acrilados en la estructura polimérica. Las resinas que se imprimieron fueron preparadas con distintas proporciones de PHUa (0%, 4% y 10%) en AA, y posteriormente impresas en 3D. Se caracterizaron las propiedades térmicas (DSC), mecánicas (ensayos de tensión), pruebas de hinchamiento y ópticas (fluorescencia) de los objetos impresos. Los resultados muestran que la incorporación del PHUa mejora la ductilidad y modifica el comportamiento térmico y óptico de los materiales impresos, sin comprometer significativamente la resolución de impresión. En particular, se observó una emisión fluorescente notable en los impresos en 3D usando PHUa, atribuida a la estructura química del PHUa y su grado de reticulación. Las formulaciones desarrolladas ofrecen un enfoque versátil para el diseño de materiales funcionales tridimensional con potencial en aplicaciones como sensores ópticos, etiquetas inteligentes, componentes flexibles en microfluídica o dispositivos biomédicos personalizados.

Keywords: DLP,, polihidroxiuretanos, polímeros

Presenting author's email: armando.castillo@cimav.edu.mx

S6-abs023 **Invited Talk** **SUSTAINABLE PHOTOCURABLE RESINS FOR 3D PRINTING**

Saeed Beigiboroujeni¹

¹Monterrey Institute of Technology, Sience, Mexico.

Sustainable 3D-printable photocurable resins are innovative materials for additive manufacturing that combine high performance with environmental responsibility. Unlike conventional resins derived from fossil fuels, these eco-friendly alternatives include bio-based and engineering-grade resins, all designed to minimize waste and reduce the carbon footprint of 3D printing.

In this talk, I will present two complementary strategies for designing green resins. The first involves a polyvinyl alcohol-based resin functionalized with methacrylated vanillin, introducing renewable aromatic moieties while maintaining photocurability. The second uses CO₂ as a green carbon feedstock to synthesize cyclic carbonates, which are further converted into functional monomers. Both approaches demonstrate the potential of renewable and CO₂-derived chemicals to produce high-performance, sustainable resins for additive manufacturing, highlighting how innovative chemistry can advance eco-friendly materials and circular manufacturing technologies.

Keywords: Sustainable 3D printing, photocurable resins, CO₂-derived monomers

Presenting author's email: saeed.beigi@tec.mx

S6-abs017 Invited Talk

FABRICANDO ELECTRODOS POLIMERO/GRAFENO IMPRESOS EN 3D: HACIA LA REMEDIACIÓN DEL AGUA, PRODUCCIÓN DE HIDROGENO Y CONVERSIÓN DE CO₂

Edgar Homero Ramirez Soria¹, Tania E. Lara-Ceniceros², Alfredo Aguilar Elguézabal¹, José Bonilla-Cruz²

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Laboratorio de Materiales Nanoestructurados, Mexico. ²Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Subsede Monterrey, Mexico.

Se ha empleado un procedimiento de fácil escalabilidad para obtener un material de grafeno funcionalizado apto para procesos acuosos, que ha sido utilizado para desarrollar una formulación de tinta conductora eficaz en la fabricación de electrodos mediante el método sencillo de inmersión en recubrimiento sobre objetos impresos en 3D. En este estudio, se utilizaron capas de grafeno funcionalizado con fosfato (PFG), previamente obtenidas por nuestro grupo, como componente principal de una formulación para crear una tinta conductora acuosa a partir de una mezcla de agua, etilenglicol y etanol. Además, mediante un proceso simple de inmersión y secado, se logró la fabricación exitosa de los electrodos. La tinta conductora basada en G-POH formulada demostró un rendimiento eléctrico excepcional y una alta cobertura cuando se utilizó en diversos sustratos 3D mediante la técnica de inmersión. Los electrodos producidos con esta tinta fueron evaluados como cátodos en una celda electroquímica, diseñada con una varilla de grafito que funciona como ánodo, una célula solar para aplicar el potencial externo y una solución de Na₂SO₄ 0,05 M que actúa como electrolito. Este sistema se empleó para la degradación electroquímica de contaminantes persistentes presentes en el agua, utilizando azul de metileno como contaminante modelo. La capacidad de degradar el contaminante y mantener una conductividad eléctrica constante en soportes impresos en 3D tras su uso resalta su potencial para la fabricación de electrodos impresos en 3D y recubrimientos conductores sostenibles. La metodología aquí descrita destaca por su rentabilidad y por las limitaciones de escalabilidad asociadas a las técnicas tradicionales de producción de electrodos.

Keywords: Estereolitografía, (Foto)Electrodegradación, Fotocatalizadores

Presenting author's email: ehers91@gmail.com

S6-abs001

ESTUDIO DE PRINTABILIDAD EN 3D DE BIOTINTAS A BASE DE GELES DE NANOCELULOSA DE NOPAL

Jael Arlen Briones Magallanes¹, Tania E. Lara-Ceniceros², José Bonilla-Cruz²

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Nano & Micro Additive Manufacturing Of Polymers And Composite Materials Laboratory 3d Lab, Mexico. ²CIMAV, SC-Subsede Monterrey, Nano & Micro Additive Manufacturing Of Polymers And Composite Materials Laboratory 3d Lab, Mexico.

La impresión directa de tintas (DIW), es una técnica de impresión por extrusión capa a capa que utiliza materiales viscoelásticos. En esta investigación se propone el uso de nanofibras de celulosa (CNFs), como base de un gel, que con el uso adecuado de otros polisacáridos (goma guar (GG), ι-Carragenan (ι-Carr)) como moderadores reológicos den lugar a una biotinta imprimible. Las propiedades viscoelásticas fueron medidas a través del adelgazamiento al corte, que bajo la ley de la potencia presenta parámetros de $0.13 < n < 0.33$ y $165 < K < 470$ (Pa.s), y con una separación de $(G' - G'') > 268$ Pa en el régimen viscoelástico lineal (LVR) a fin de obtener estructuras con alta definición, retención de forma y que después del post tratamiento por liofilización mantenga la estructura con características de aerogeles con alta porosidad que puedan ser usados como

materiales funcionales hacia la adsorción de metales pesados.

Keywords: Direct ink writing, nenocelulosa, polisacaridos

Presenting author's email: jael.briones@cimav.edu.mx

S6-abs006

FABRICACIÓN DE FILAMENTO DE PLA PARA IMPRESIÓN 3D REFORZADO CON BAGAZO DE CEBADA MALTEADA

Mónica Yolotzin Velasco Gómez¹, Ramón Valdivia González¹, Leonardo Chávez Guerrero¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Investigación, Mexico.

La impresión 3D ha emergido como un elemento de transformación para sectores como la manufactura y desarrollo de prototipos/productos, permitiendo a su vez la personalización de modelos y fabricación bajo demanda, consolidándose como una herramienta esencial para la innovación. Este estudio se enfoca en la valorización de residuos orgánicos como el bagazo de cebada, un material lignocelulósico, para la fabricación de biocompositos aptos para impresión 3D. La metodología propuesta abarca el pretratamiento y pulverización de la materia prima, su incorporación en una matriz de ácido poliláctico (PLA) mediante extrusión, y la optimización de los parámetros de fabricación del filamento para impresión 3D.

Su caracterización se orienta en el estudio de su composición mediante la espectroscopía infrarroja de Fourier (FTIR). Se identificó los principales grupos funcionales de la maltosa presentes en la matriz, como el grupo carbonilo en 1750cm^{-1} y vibraciones de estiramiento de los enlaces (C-O) en el grupo éster en 1083cm^{-1} , característicos del PLA, así como vibraciones de estiramiento de los enlaces (C-O) entre 1000 y 1200cm^{-1} , típicos de los polisacáridos como la cebada. Adicionalmente, con la microscopía electrónica de barrido (SEM), se obtuvieron imágenes de la morfología superficial, proporcionando una vista clara de las nanopartículas de proteínas integradas en el PLA, con un tamaño entre 8 a 15nm , confirmando su presencia en la matriz polimérica.

Este trabajo busca ofrecer soluciones innovadoras para la gestión de residuos y la fabricación sostenible, promoviendo los principios de la economía circular y reduciendo el impacto ambiental de la industria y el consumo.

Keywords: Biopolímeros, Economía circular, Fabricación aditiva

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

S6-abs013

GENERACIÓN DE REDES POLIMÉRICAS INTERPENETRADAS (IPNs) MEDIANTE LA IMPRESIÓN EN 3D DE RESINAS BASE POLIBUTADIENO (PB) POR DLP

Melisa Trejo¹, Tania E. Lara-Ceniceros¹, José Bonilla-Cruz¹

¹CIMAV, SC-Subsede Monterrey, 3d Lab, Mexico.

Las técnicas de manufactura aditiva representan un avance sustancial sobre los métodos convencionales de fabricación de materiales poliméricos. En este contexto, la técnica de Procesamiento de Luz Digital (DLP) permite obtener impresos en 3D mediante la fotopolimerización de una resina polimérica. La versatilidad en la formulación e inclusión de componentes en este tipo de resinas es una vertiente atractiva hacia la modulación de propiedades fisicoquímicas de un material impreso. Este trabajo presenta la impresión en 3D via DLP de elastómeros utilizando resinas fotocurables base Polibutadieno-Polibutiacrilato (PB-PBuA). Mediante la variación en el contenido de PB dentro de la formulación de la resina, 20 – 40 %wt, se obtuvieron impresos en 3D presentando retención de forma y autosoporte para las formulaciones estudiadas. Las pruebas de tensión realizadas presentaron una diferencia significativa en las propiedades mecánicas de los impresos estudiados. Adicionalmente, el estudio en la capacidad de hinchamiento de los impresos permitió estimar el grado de entrecruzamiento de la Red Polimérica Interpenetrada que se genera durante el proceso de foto-curado. En conjunto, los resultados de las caracterizaciones de los impresos indican que es posible obtener impresos base PB mediante DLP con propiedades modulables

Keywords: 3D Printing, Elastomers, Grafting

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

Aguilar Elguézabal, Alfredo S6-abs017
Aguirre Soto, Alan S6-abs020
Aranda García, Francisco José S6-abs021
Bautista Hernández, Ana María S6-abs011
Beigiboroujeni, Saeed S6-abs023
Bonilla Cruz, José S6-abs012, S6-abs002, S6-abs001, S6-abs013, S6-abs017, S6-abs005
Briones Magallanes, Jael Arlen S6-abs001
Cadenas Pliego, Gregorio S6-abs007
Caro León, Francisco Javier S6-abs015
Carreño Gallardo, Caleb S6-abs010
Castillo García, Armando Edgar S6-abs005, S6-abs002
Cavazos Ramírez, Víctor Alan S6-abs016
Chávez Guerrero, Leonardo S6-abs006
Comparán Padilla, Víctor Eduardo S6-abs009, S6-abs014
de la Vega Silva, Daniela Patricia S6-abs015
del Castillo Castro, Teresa S6-abs015
Elizalde, Luis Ernesto S6-abs002
Espinoza Ramos, Karlos Emmanuel S6-abs019, S6-abs018, S6-abs021
Estrada Moreno, Ivan A. S6-abs010
Fabian Bernardino, Yovanni S6-abs005, S6-abs002
Gálvez, Fernando S6-abs021
Garçía Pérez, Ulises Matías S6-abs022
García Zamora, Maricela S6-abs014, S6-abs009, S6-abs007
Geronis Ibarra, Mariana S6-abs022
Godínez Yerena, José Alfredo S6-abs016
González Ortiz, Sergio Antonio S6-abs014
González Palafox, Daniel Alejandro S6-abs015
González Sánchez, Luis Fernando S6-abs009
Hernández Ríos, Magdalena S6-abs011
Herrera Pérez, Guillermo M. S6-abs010
Hosseinzadeh, Elnaz S6-abs020
Izazaga Perez, Rafael S6-abs011
Kú Herrera, José de Jesús S6-abs009, S6-abs014
Lara Cenicerros, Tania E. S6-abs002, S6-abs001, S6-abs013, S6-abs005, S6-abs017
Luján Aguilar, Mariana L. S6-abs010
Martínez Carreón, María de Jesús S6-abs011
Martinez Huerta, Atilano S6-abs011
Mata Padilla, Jose Manuel S6-abs007
Mcgorty, Ryan S6-abs005, S6-abs002
Mendoza Duarte, Mónica E. S6-abs010
Mohamed Noriega, Nasser S6-abs016
Nicanor Romero, Abner Isaías S6-abs007
Ojeda Lopez, Luis Miguel S6-abs008
Pérez Alvarez, Marissa S6-abs007
Pérez Camacho, Odilia S6-abs009, S6-abs014
Perez Nuñez, Alexei S6-abs018
Pérez Tijerina, Eduardo Gerardo S6-abs011
Plascencia Martinez, Damian Francisco S6-abs015
Puente Córdova, Jesús Gabino S6-abs016
Quiroz Castillo, Jesus Manuel S6-abs015

Ramirez Soria, Edgar Homero S6-abs017
Robles González, Felipe S6-abs009
Samaniego Camberos, David S6-abs015
Sánchez Oseguera, Adela S6-abs011
Sedano Hernandez, María Elizabeth S6-abs019
Sedano De la Rosa, César S6-abs019, S6-abs018, S6-abs021
Trejo, Melisa S6-abs005, S6-abs002, S6-abs013
Uribe Chavira, Jesús S. S6-abs010
Uribe Chavira, Néstor O. S6-abs010
Valdivia González, Ramón S6-abs006
Vázquez Rodríguez, Sofía S6-abs022
Velasco Gómez, Mónica Yolotzin S6-abs006
Zuñiga Estrella, Jesus Armando S6-abs022