



# ABSTRACTS

## S5. Reología y procesamiento de polímeros

## S5. Reología y procesamiento de polímeros

### Symposium Organizers:

José Esteban López Aguilar UNAM  
Emma Rebeca Macías Balleza UdeG

#### S5-abs002

#### BEHAVIOR OF DIRECT AND REVERSE PLURONICS (17R4 AND P104) IN AQUEOUS SOLUTION

Alejandro Aguilar Ramírez<sup>1</sup>, Edgar Benjamin Figueroa Ochoa<sup>2</sup>, Félix Armando Soltero<sup>1</sup>, Emma Rebeca Macías Balleza<sup>1</sup>, Silvia Teresa Huerta Marcial<sup>3</sup>, Gabriel Landázuri Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Química, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Mexico.

Pluronic-based hydrogels have shown considerable potential in enhancing both the solubility and the controlled release of poorly water-soluble compounds (i.e. anticancer drugs). In addition to direct Pluronics (PEOx-PPOy-PEOx), reverse Pluronics (PPOy-PEOx-PPOy), have also shown promising potential as nanocarriers. Some of the most recent studies conducted with reverse Pluronics involve mixtures with other compounds, with the aim, for example, of conferring greater stability and achieving coexistence of both types of micelles, or even improving gelation. This topic is of great interest, as some research suggests that the addition of reverse Pluronics improves drug solubilization compared to when only direct Pluronics are used. This work analyzes the structures that form a direct Pluronic (P104) and a reverse Pluronic (17R4) mixed in aqueous solutions by varying the molar ratios within overall copolymer concentrations, evaluating the ability of 17R4 to interconnect micelles with hydrophobic PPO ends. Measurements of density, sound velocity, and viscosity were used to detect structural changes. In addition, rheometry was used to relate these changes to the mechanical properties of the solutions. It has been found that the molar ratio of 17R4 directly affects the gelation of P104 due to the ability of reverse Pluronics to interconnect with each other.

**Keywords:** Copolymers, Pluronics, Micelles

**Presenting author's email:** alejandro.aguilar3703@alumnos.udg.mx

#### S5-abs003

#### REOLOGÍA Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO)/POLI(ε-CAPROLACTONA) Y SU RELACIÓN EN EL PROCESAMIENTO MEDIANTE DIVERSOS TIPOS DE MOLDEO

Hugo César Castro López<sup>1</sup>, Rubén González Núñez<sup>1</sup>, Emma Rebeca Macías Balleza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Química, Mexico.

Unos de los materiales de uso común con mayor presencia en la actualidad son los polímeros. En un principio, los primeros polímeros convencionales sintetizados fueron a partir de combustibles fósiles, los cuales presentan muchas ventajas, tales como su estabilidad, propiedades mecánicas, entre otras; sin embargo, unas de las desventajas de estos que ha estado tomando relevancia en los últimos años es su impacto en el

ambiente debido a la contaminación que generan.

El poli(ácido láctico) (PLA) es uno de los polímeros biodegradables que existen con un gran potencial de uso, particularmente por ser utilizado en envasado, especialmente en la industria alimentaria, ingeniería de tejidos y en la fabricación de dispositivos de fijación ósea. Otro polímero biodegradable que ha tomado atención en los últimos años es la poli(ε-caprolactona) (PCL) debido a su biocompatibilidad, una buena ductilidad y una baja temperatura de transición vítrea.

Las mezclas de PLA/PCL han sido ampliamente estudiadas para diversas aplicaciones, tales como la liberación controlada de fármacos, mecanismos de fijación ósea y envasado de alimentos.

En el procesamiento de polímeros existen técnicas de moldeo en las que se requiere pasar a los polímeros a un estado fundido, predominantemente, en extrusión e inyección. Este acontecimiento hace que el comportamiento reológico de estos materiales cobre importancia.

Estudios sobre la mezcla de PLA con PCL se enfocan en su análisis mecánico cuando se encuentran en estado sólido. En muchos de estos se sugiere que la composición óptima con las mejores propiedades mecánicas es la 80/20 debido a su alta rigidez y tenacidad. Sin embargo, el análisis reológico de estos materiales en estado fundido empleando distintas composiciones no ha sido ampliamente estudiado.

En este estudio se presentan resultados de la fluidez y propiedades mecánicas de la mezcla PLA/PCL 80/20. Las mezclas fueron preparadas en una extrusora de doble husillo Process 11 con un perfil de temperaturas de 100 - 180 °C. La fluidez de los materiales puros fue determinada con la respuesta al torque del mezclador, además de estudios reométricos rotacionales y capilares. La reometría a bajas deformaciones se realizó en un HAAKE MARS iQ Air. Para los ensayos mecánicos de tensión se obtuvieron las probetas de muestras preparadas por termocompresión. Los resultados nos indican que existen mejores propiedades y mayor viscosidad para las mezclas obtenidas por extrusión propiciada por la cristalización de las partículas inducida por el flujo.

**Keywords:** Reología, Procesamiento de polímeros, Mezclas poliméricas

**Presenting author's email:** hugo.castro8569@alumnos.udg.mx

**S5-abs007**

## **COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE TINTAS DE GELATINA Y GOMA GUAR PARA IMPRESIÓN 3D**

Karla Nohemi Brown Ruiz<sup>1</sup>, Daniel Alejandro González Palafox<sup>1</sup>, Teresa del Castillo Castro<sup>1</sup>, Francisco Rodríguez Félix<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación En Polímeros y Materiales, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Mexico.

En la búsqueda de sistemas innovadores en biomedicina, se ha estudiado el desarrollo de materiales poliméricos con propiedades biocompatibles y sensibles a estímulos con múltiples aplicaciones en ingeniería de tejidos, liberación controlada de fármacos, biosensores, etc. En cada aplicación, se requiere de propiedades específicas de los materiales lo que tiene correlación con su técnica de procesamiento. La

impresión 3D de biopolímeros permite crear estructuras complejas mediante la adición del material precursor en capas consecutivas, con la finalidad de elaborar diseños tridimensionales específicos que pueden estar constituidos por varios materiales. Esta técnica ofrece ventajas significativas frente a métodos convencionales, como mayor precisión y versatilidad en el uso de múltiples materiales, lo que permite la preparación de sistemas multifuncionales, aprovechando las propiedades particulares de cada polímero [1]. Las propiedades reológicas de las tintas utilizadas para la fabricación de plataformas por impresión 3D son un importante tema de estudio como paso previo de optimización de las propiedades viscoelásticas y condiciones de impresión de los constructos.

En este trabajo se estudió el comportamiento reológico de tintas basadas en gelatina (GE) y goma guar (GG), así como se realizaron pruebas de impresión 3D por extrusión con jeringa, variando los parámetros de impresión. La GE, derivada de la degradación del colágeno, posee un comportamiento termorreversible, permitiendo su transición entre gel y líquido según la temperatura [2]. Por su parte, la GG, un polisacárido natural, mejora la viscosidad de las soluciones, destacando también su capacidad de bioabsorción en medios fisiológicos [3][4]. Este estudio permitió optimizar la composición y el comportamiento viscoelástico de las tintas para obtener constructos de GE/GG mediante impresión 3D con potencialidad en el ámbito biomédico.

**Keywords:** Comportamiento reológico, Impresión 3D, Gelatina y goma guar

**Presenting author's email:** a224230089@unison.mx

#### S5-abs008

### EFFECTO DE LA VULCANIZACIÓN DINÁMICA CON AZUFRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y TÉRMICAS DE ELASTÓMEROS TERMOPLÁSTICOS OBTENIDOS A PARTIR DE HULE NATURAL, POLICAPROLACTONA Y POLI(ÁCIDO LÁCTICO)

Diego Armando Alvarez Navarro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Chemical Engineering, Mexico.

Uno de los esfuerzos con más potencial de desarrollo hacia el futuro es la implementación de plásticos biodegradables o compostables, los cuales son capaces de cumplir su función y degradarse mediante microorganismos a temperatura ambiente o hacerlo con un ligero aumento en la temperatura. Pese a que se han encontrado algunos polímeros biodegradables y compostables el uso en la industria se ha visto algo limitado debido a que sus propiedades mecánicas y/o térmicas no son lo suficientemente adecuadas, según lo que se busque realizar. En este trabajo se busca combinar las propiedades del conjunto PLA/PCL con las propiedades del hule natural, mediante la vulcanización dinámica con distintos sistemas de vulcanización con base en azufre a porcentajes de hule de 10, 20 y 30 respecto a la mezcla total con el fin de mantener cierta funcionalidad, elasticidad y su resistencia térmica, a su vez que se mantiene su carácter biodegradable.

**Keywords:** Vulcanización dinámica, Compostabilidad, Mezcla ternaria

**Presenting author's email:** diegonavarro91199@gmail.com

#### S5-abs009

## DESARROLLO DE TINTAS BASADAS EN ALGINATO Y GOMA GELLAN PARA IMPRESIÓN 3D: ESTUDIO REOLÓGICO

Joshua Daniel Martínez Valdez<sup>1</sup>, Teresa del Castillo Castro<sup>1</sup>, Francisco Rodríguez Félix<sup>2</sup>, Daniel Alejandro González Palafox<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación En Polímeros y Materiales, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Mexico.

La pérdida de tejidos es un problema complejo y costoso en la atención médica, lo que ha motivado la investigación en ingeniería de tejidos, en particular el diseño de andamios para promover la regeneración de diversos tipos de tejido, como piel, cartílago, hueso, tendón y tejido cardíaco. En este contexto, la técnica de impresión 3D permite el desarrollo de constructos con potencialidad para la regeneración tisular. En este trabajo se prepararon tintas basadas en alginato (ALG) y goma gellan (GG) como material precursor para la impresión 3D de hidrogeles enfocados al área biomédica. El ALG es un polímero extraído principalmente de las algas pardas que gelifica rápidamente en presencia de cationes divalentes. La GG es un polisacárido producido por la bacteria *Sphingomonas paucimobilis* que funciona como un agente estabilizante y mediante su gelificación ionotrópica con bajas concentraciones de cationes mono, di o trivalentes, mejora la estabilidad mecánica de hidrogeles de ALG. Se estudió el comportamiento reológico de las tintas, así como se realizaron pruebas de impresión 3D por extrusión con jeringa variando los parámetros de procesamiento. El estudio demostró que la adición de GG incrementa la viscosidad y los módulos dinámicos de las tintas, favoreciendo su impresión 3D. En particular, la formulación de ALG con GG al 3% mostró un comportamiento viscoelástico más robusto, manteniendo estabilidad de los módulos dinámicos en un amplio intervalo de deformaciones, con viscosidades más altas a baja tasa de corte y menores al aumentar la velocidad de deformación. Este comportamiento se relaciona con el establecimiento de interacciones físicas entre las cadenas de ALG y GG que favorecen la formación de una red polimérica estable en reposo, pero deformable durante la impresión.

**Keywords:** Alginato, Impresión 3D, Reología

**Presenting author's email:** a215201288@unison.mx

### S5-abs011

## USO DE MARCADORES PARA DETERMINAR CONTENIDO DE RECICLADO EN POLIOLEFINAS, UNA HERRAMIENTA ÚTIL EN EL CUMPLIMIENTO DE LA AGENDA 2030

Bryan de la Cruz<sup>1</sup>, Rubén Saldívar Guerrero<sup>2</sup>, Odilia Pérez Camacho<sup>3</sup>, Edgar Nazareo Cabrera Álvarez<sup>1</sup>, Arxel de León Santillán<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Procesos de Transformación de Plásticos, Mexico. <sup>2</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Laboratorio de Asistencia Técnica, Mexico. <sup>3</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. <sup>4</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada, Materiales Avanzados, Mexico.

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendieran un nuevo camino para mejorar las condiciones de vida a nivel global. La Agenda cuenta con 17 Objetivos que procuran la erradicación de la pobreza, mediante estrategias que fomentan el crecimiento económico, la educación, la salud, la protección social y las perspectivas de empleo. Una de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible 12, para el 2030, es reducir la generación de desechos mediante

actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización [1]. De acuerdo con el reporte 2024 de Plastics Europe, actualmente se generan más de 400 millones de toneladas de plástico a nivel mundial, de los cuales el 45.2% corresponden a poliolefinas [2]. El reciclaje mediante procesado en fundido, es una de las estrategias efectivas para la reducción del uso de resinas vírgenes de este tipo. En México, el reciclaje de poliolefinas representa apenas el 49% de todos los plásticos, y, en el Acuerdo Global para la Nueva Economía del Plástico, firmado en 2019, se estableció como meta para el 2030, integrar el 30% de contenido de material reciclado en poliolefinas. Ante ello, es necesario desarrollar técnicas para cuantificar el contenido de reciclado en plásticos, como una herramienta en el consumo y producción sostenible. En este trabajo se reporta el desarrollo de aditivos trazadores para la cuantificación del reciclado en poliolefinas, mediante su incorporación en fundido y procesado en películas. El aditivo trazador se probó en diferentes tipos de soportes, compatibles con poliolefinas mediante mezclado en fundido, se estudió su adición a diferentes concentraciones en materiales vírgenes, obteniendo películas transparentes, para la medición del contenido de reciclado mediante técnicas espectroscópicas.

## Bibliografía

[1] Retrieved August 19, 2025, from <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2024/>

[2] 4o INFORME DEL ACUERDO NACIONAL PARA LA. Org.Mx. Retrieved August 19, 2025, from <https://anipac.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/4to-Informe-AN-VERSION-FINAL.pdf>

**Keywords:** Procesado películas, Poliolefinas, Reciclado

**Presenting author's email:** bryan-dejesus@live.com.mx

## S5-abs014

### STUDY OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CTAB IN A DEEP EUTECTIC SOLVENT BASED ON CHOLINE CHLORIDE AND UREA

Juan Manuel Chacón Maldonado<sup>1</sup>, Alejandro Aguilar Ramírez<sup>1</sup>, Josue Mota-Morales<sup>2</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>1</sup>, Gabriel Landázuri Gómez<sup>1</sup>, María Guadalupe Pérez García<sup>3</sup>, Silvia Teresa Huerta Marcial<sup>4</sup>, Raul Ortega-Cordova<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>2</sup>Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada UNAM, Nanotecnología, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Ciencias Básicas y Aplicadas, Mexico. <sup>4</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Mexico. <sup>5</sup>Universidad de Guadalajara, Química, Mexico.

Deep eutectic solvents (DES) have great potential as environmentally friendly solvents used in chemical processes, as well as being economical; specifically, they present a unique solvation environment that is different from water. Studying these solvents represents a significant advance in enhancing micellization with various compounds. Research into DES is becoming increasingly important in industrial analysis, given the growing need for innovation in this field, which aims to provide better and more efficient alternatives for both industry and laboratory-scale analysis.

As a cationic surfactant, CTAB is very useful in various processes, mainly those focused on the extraction and processing of DNA and nucleic acids from both animal and plant cells, and more recently as a support in the sustained release of drugs. Therefore, research on deep eutectic solvents suggests a potential new field of application in their use in conjunction with CTAB for biological and even genetic drug analysis.

The physicochemical and rheological characterization of the DES-CTAB system is expected to aid in future research that focuses on detailing its potential applications. Such research could focus primarily on various aspects of the DES-CTAB system itself, such as the formation of micellar aggregates in the system, the use of the surfactant as a dispersion stabilizer, its possible use as a reaction medium, and even a decrease in the surface tension of the DES-air interface, which favors wetting processes.

**Keywords:** DES, CTAB, Rheology

**Presenting author's email:** alejandro.aguilar3703@alumnos.udg.mx

### S5-abs017

#### RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE BIOPOLYMER ISOLATED FROM TAMARIND SEED WASTE

Estefani Y. Cervantes Inzunza<sup>1</sup>, Ana María Morales-Burgos<sup>1</sup>, José Luis Pérez-Aispuro<sup>1</sup>, Eduardo Julian Galvan-García<sup>1</sup>, Lorenzo A. Picos-Corrales<sup>2</sup>, Jose P. Ruelas-Leyva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Mexico. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería Civil, Mexico.

**Introduction:** The structure–property relationship of polymers is one of the most important aspects for the pharmaceutical, biomedical, and food industries. In this regard, the rheological properties of tamarind seed gum (*T. indica*) of interest are its viscosity and elasticity. These gums are marketed in powder form with various particle sizes and are mainly used to thicken and/or gel aqueous solutions, to modify and/or control the flow properties and texture of liquid foods and beverages, as well as to alter the deformation properties of semi-solid products. Xyloglucan is a polysaccharide extracted from the endosperm of *Tamarindus indica* linn seeds. This polysaccharide has potential application in the pharmaceutical, cosmetic, paper, textile and food industries, where it functions as an additive, gelling agent, binder and thickener. This study aligns with the sustainability goals of World Health Organization by proposing the valorization of agro-industrial waste. **Objective:** To characterize the rheological properties of the polymer from *T. indica* seed, considered agro-industrial waste in Sinaloa, Mexico. **Methods:** The biopolymer was obtained via aqueous extraction at 70°C for 1.5 h. Rheological properties were evaluated using a controlled-stress rheometer at 25 °C (1, 5 y 15 % w/v). The data were fitted to the Power Law model. Rotational viscometry and thermodynamic analysis were performed using a Brookfield viscometer in aqueous solutions at 0.4, 0.8 y 1 % w/v. **Results:** Apparent viscosity and shear stress curve graphs show the shear-thinning behavior of *T. indica* xyloglucan. By adjusting the results to the Power Law, it is shown that the polymer behaves as a pseudoplastic and gradually trending to at non-Newtonian flow. In rotational viscometry, the higher the concentration, the higher the viscosity, while in the thermodynamic analysis results show that as the temperature increases, the viscosity of the solution decreases. **Conclusion:** The use of tamarind seed enables the extraction of xyloglucan with rheological properties suitable for replacing synthetic substances and other biopolymers in the pharmaceutical, biomedical, textile, paper and agro-industrial applications.

**Keywords:** Xyloglucan, Revalorization, Rheological properties

**Presenting author's email:** estefanicervantes.fcqb2020@uas.edu.mx

#### S5-abs019

### DESARROLLO DE UN FILAMENTO DE BIOCOMPOSITE DE POLI(ÁCIDO LÁCTICO) CON MADERA DE ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM (PAROTA) PARA PROCESOS DE IMPRESIÓN 3D

Elizabeth Salas Urias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Mexico.

La industria del mueble en México genera grandes cantidades de residuos de madera, los cuales representan tanto un desafío ambiental como una oportunidad de aprovechamiento. Este proyecto propone una alternativa sostenible: la producción de un filamento de biocomposite para impresión 3D, utilizando poli(ácido láctico) (PLA) como matriz y partículas lignocelulósicas de residuos de *Enterolobium cyclocarpum* (parota). Se preparó un filamento mediante extrusión de doble husillo, determinando que un contenido del 5% de parota permitía obtener dimensiones homogéneas para una impresión correcta. Posteriormente, el filamento se procesó en una impresora 3D Flashforge Guider II a 220 °C, con una velocidad de 40 mm/s, 100% de relleno y un ángulo de impresión de 45°, para fabricar probetas destinadas a su caracterización mecánica (dureza, flexión e impacto). Para fines comparativos, también se imprimieron muestras de PLA puro y de un biocomposite comercial con madera de sándalo. Adicionalmente, se fabricaron por termocompresión muestras del biocomposite con 5% y 15% de parota. El biocomposite de PLA/parota mostró una dureza similar al resto de las muestras evaluadas. Por otro lado, aunque su módulo y resistencia a la flexión fueron menores que los del PLA puro, resultaron superiores a los del biocomposite comercial y mostraron un valor intermedio en comparación con las muestras obtenidas por termocompresión. Se observó un comportamiento similar en la resistencia al impacto. Estos resultados demuestran que los residuos de parota pueden ser utilizados para producir filamentos para impresión 3D, obteniendo productos con propiedades mecánicas y una apariencia competitivas.

**Keywords:** poli(ácido láctico), madera de parota, impresión 3D

**Presenting author's email:** elizabeth.salas2667@alumnos.udg.mx

#### S5-abs024

### OBTENCIÓN DE NANOCRISTALES DE CELULOSA A PARTIR DE DESECHOS AGRO-INDUSTRIALES DE AGAVE TEQUILANA WEBER VAR. AZUL Y SU POTENCIAL USO COMO REFUERZO EN MATRICES CEMENTANTES DE CONCRETO

Daniela Castro Garcia<sup>1</sup>, José Anzaldo Hernández<sup>2</sup>, Benjamin Ojeda Magaña<sup>1</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>3</sup>, Manuel Alberto Gallardo-Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Civil y Topografía, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Madera Celulosa y Papel, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico.

La búsqueda de alternativas sustentables para el aprovechamiento de residuos agroindustriales ha impulsado el desarrollo de materiales con alto valor agregado. En este contexto, los nanocristales de celulosa (NCC) destacan como un refuerzo renovable, biodegradable y con propiedades fisicoquímicas de interés para diversas aplicaciones. En esta investigación se estudió la obtención de NCC a partir del bagazo de Agave tequilana Weber var. Azul, subproducto de la industria tequilera con gran disponibilidad en México.

El proceso inició con un tratamiento de blanqueo, cuyo propósito fue eliminar lignina, hemicelulosas y compuestos insolubles. El producto obtenido fue pulpa de celulosa. Posteriormente, se llevó a cabo una hidrólisis ácida utilizando ácido sulfúrico, variando parámetros como concentración, tiempo y temperatura de reacción, para obtener los NCC. En total se realizaron cinco experimentos, obteniendo NCCs de diferentes dimensiones y rendimiento, lo que refleja la influencia directa de las condiciones de hidrólisis sobre la morfología y cantidad final.

Los resultados demostraron que el bagazo de agave puede ser una fuente viable para la obtención de NCC, con características ajustables según el método de síntesis empleado. El análisis evidenció la formación de partículas cristalinas, dimensiones nanométricas y dispersiones estables, propiedades clave para su posterior aprovechamiento en diferentes campos científicos e industriales. Como prueba preliminar de su aplicación en concreto, se elaboraron dos especímenes, en los cuales se observó una mejora del 58% en la resistencia a compresión axial y del 52% en la resistencia a tensión indirecta, confirmando el potencial de los NCC como refuerzo en matrices cementantes.

En conclusión, este estudio confirma la factibilidad de transformar un residuo agroindustrial abundante en un material de alto valor agregado. La producción de NCC a partir de Agave tequilana no solo representa un avance hacia el uso eficiente de recursos renovables, sino también una contribución al desarrollo de tecnologías más sostenibles.

**Keywords:** Nanocristales, Celulosa, Concreto

**Presenting author's email:** daniela.castro9905@alumnos.udg.mx

## S5-abs026

### RECICLADO DE POLIETIRENO DE ALTO IMPACTO PARA PRODUCIR PIEZAS POR ROTOMOLDEO

Ana Sofía González Sánchez<sup>1</sup>, Pedro Daniel González González<sup>1</sup>, Rubén González Núñez<sup>1</sup>, Denis Rodrigue<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería Química, Mexico. <sup>2</sup>Laval, Department of Chemical Engineering and CERMA, Canada.

En este estudio, se reciclaron piezas de poliestireno de alto impacto (HIPS) procedentes del soporte de mascarillas usadas durante la pandemia de Covid-19 y se mezclaron en sólido con polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) virgen en diferentes proporciones (100, 75, 50, 25 y 0% en peso) para producir piezas mediante moldeo rotacional. Tras los ensayos preliminares, la temperatura del horno se fijó en 340 °C con una relación de rotación de 4:1. La temperatura del aire interior del molde se midió en función del tiempo. Todas las muestras se prepararon alcanzando una temperatura máxima del aire interno (PIAT) de 200 °C y desmoldeando a 60 °C. Posteriormente, las muestras rotomoldeadas (cubos) se caracterizaron en términos de fluidez y propiedades mecánicas. Con los resultados se determinó que la mayoría de las propiedades medidas (índice de fluidez, módulos de flexión y tracción) siguen una regla de la mezcla simple. Pero las resistencias (impacto Charpy, tracción y flexión) presentaron una desviación negativa de la regla de mezcla

lineal, ya que el sistema es inmiscible. Se puede concluir que se puede conseguir el rotomoldeo de sistemas poliméricos inmiscibles, sin embargo, es mejor añadir un agente compatibilizante.

**Keywords:** Rotomoldeo, Poliestireno de Alto Impacto, Índice de fluidez

**Presenting author's email:** ana.gonzalez5470@alumnos.udg.mx

### **S5-abs032 Invited Talk**

#### **EL MODELO BMP Y LA REO-ÓPTICA EN FLUIDOS COMPLEJOS**

Octavio Manero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univeridad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones En Materiales, Mexico.

En esta conferencia expondré el tema del flujo de materiales complejos y su descripción teórica con ecuaciones de estado fuera del equilibrio, con especial énfasis en el desarrollo de ecuaciones constitutivas (el modelo BMP). Entre los fluidos complejos se incluyen a los polímeros vivientes. Estas estructuras se rompen y regeneran por acción de esfuerzos externos. Esto da origen a propiedades reológicas muy interesantes, en las que se incluyen la aparición de flujo bandedo y relajamiento exponencial simple. Estos polímeros que forman micelas gigantes se emplean como líquidos no-Newtonianos que desplazan al petróleo en medios porosos y como fluidos modelo para probar la validez de ecuaciones constitutivas. Experimentalmente, el estudio de estos sistemas bajo flujo ha sido analizado por medio de técnicas reo-ópticas, las cuales se discutirán en esta plática.

**Keywords:** reo-óptica, fluidos complejos, modelo BMP

**Presenting author's email:** manero@unam.mx

### **S5-abs025 Invited Talk**

#### **Thixo-viscoelastoplastic rheological characterisation of human mucus and sputum under healthy and ill conditions using a living-polymer-based Bautista-Manero-Puig constitutive model within a multimode approach**

J. Esteban López-Aguilar<sup>1</sup>, Michelle Figueroa Landeta<sup>1</sup>, Sarahí L. Esponda-Cervantes<sup>1</sup>, M. Fernanda Reyes-Tenorio<sup>1</sup>, Octavio Manero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univeridad Nacional Autónoma de México, Chemical Engineering Department, Mexico. <sup>2</sup>Univeridad Nacional Autónoma de México, Materials Research Institute, Mexico.

In this work, the latest Bautista-Manero-Puig BMP+ model [1] is used as a theoretical approach to describe the thixo-viscoelastoplastic response of healthy, Cystic Fibrosis (CF) and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)[2–3] affected mucus-sputum samples. The BMP+ model reproduces quantitatively the rheological signature responses of mucus-sputum in steady and unsteady simple flows under conventional shearing protocols. From such deep theoretical characterisation, predictions are presented under highly non-linear flow

settings, such as LAOS, and steady and unsteady uniaxial extensional deformations, from which: (i) thixotropy appears linked intimately with a critical stress measure for sample fluidisation, giving quantitative agreement with values reported in the medical literature; (ii) an internal-structure rearrangement is observed under LAOS in the form of ribbon-like Lissajous curves with secondary intersections; and (iii) in extensional deformations, augmented strain-hardening peaks in extensional viscosity are predicted, related to an additional source of flow resistance in the expectoration process, dominated by mixed shear-to-extensional flow in the scale of major airways [2–3]. This thixo-viscoelastoplastic response is hypothesised to serve as: (i) a prospective aid to determine the healthy or ill state of a patient using advanced rheological characterisation; (ii) an auxiliary tool for the evaluation of new treatments; and (iii) may be extended to the analysis of newly-appearing illnesses in the respiratory systems, such as COVID-19, which has been found to hold a close relationship with CF in terms of sputum consistency and symptoms.

[1] López-Aguilar et al., Phys. Fluids 35 (2023) 063101.

[2] Tabatabaei et al., J. Non-Newton. Fluid Mech. 222 (2015) 272–287.

[3] López-Aguilar et al., Rheol Acta 54 (2015) 287–305.

**Keywords:** Buatista-Manero models, Living polymers, Biofluids

**Presenting author's email:** jelopezaguilar@quimica.unam.mx

### S5-abs013

## ON THE EFFECTS OF SALT IONIC STRENGTH AND CONCENTRATION ON THE RHEOLOGICAL RESPONSE OF LIVING POLYMERS: WORMLIKE MICELLAR CTAT SOLUTIONS STUDIED WITH RHEO-OPTICAL SALS TECHNIQUES

Moisés Romero-Ureña<sup>1</sup>, Luis Medina-Torres<sup>1</sup>, Octavio Manero<sup>2</sup>, J. Esteban López-Aguilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univeridad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química, Mexico. <sup>2</sup>Univeridad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Materiales, Mexico.

In the present work we provide experimental evidence on the influence of ionic strength and concentration of different salts, belonging to the Hofmeister series for CTA<sup>+</sup> head-group, with mono (NaF), di ((COONa)<sub>2</sub>) and tri (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) valent characteristics [1], on the rheo-optical properties of 5 % wt. aqueous wormlike micellar solutions (WLMs) of cetyltrimethylammonium tosylate (CTAT) at, measured simultaneously under simple shear flow with a Small-Angle Light Scattering (SALS) technique. We reveal a relationship between the fast-breaking regime and development of SALS “butterfly-like” patterns for CTAT solutions and these salts. Firstly, we analyse the effects of three salts in a non-destructive test, Small-Amplitude Shear Oscillatory (SAOS), where the di and tri valent salts cause a relatively sharper decrease in the relaxation time, complex viscosity magnitude and contour length. Under simple shear flow,  $\eta$  follows a similar trend to  $|\eta^*|$ , where the increase in salts concentration and shift to the salting-out side promotes a smaller first-Newtonian-plateau level. The comparison between  $\eta$  and  $|\eta^*|$  reveals that the Cox-Merz rule is satisfied at lower molar ratios [2,3], as there is a displacement towards salting-out salts. BMP model estimates of the structural relaxation time,  $\lambda_s$ , and the Maxwell relaxation time at high shear rates,  $\lambda_\infty$  [4], show a faster structural recovery with di and trivalent salts, in contrast to mono-valent salts. In addition, the SALS-pattern analysis reveals that an earlier transition to the fast breaking-regime generates an appearance of the scattering patterns at lower shear rates, suggesting that the salting-out salts promote an enhancement in concentration fluctuations. Finally, the structure factor plots display that salting-out salts cause the formation of a second shoulder in relatively smaller salt concentrations

and shear rates than salting-in salts.

## References

- [1] E. Macias, F. Bautista, J. Perez-Lopez, P. Schulz, M. Gradzielski, O. Manero, J. Puig, and J. Escalante, Effect of ionic strength on rheological behaviour of polymer-like cetyltrimethylammonium tosylate micellar solutions, *Soft Matter* 7, 2094–2102 (2011).
- [2] C. Fierro, L. Medina-Torres, F. Bautista, E. E. Herrera-Valencia, F. Calderas, and O. Manero, The structure factor in flowing wormlike micellar solutions, *J. Non-Newton. Fluid Mech.* 289, 104469 (2021).
- [3] M. Romero-Ureña, L. Medina-Torres, O. Manero, J. E. López-Aguilar, Rheo-optics of giant micelles: SALS patterns of cetyltrimethylammonium tosylate solutions in presence of sodium bromide, *J. Non-Newton. Fluid Mech.* (2024) 105286.
- [4] O. Manero, F. Bautista, J. F. A. Soltero, and J. E. Puig, Dynamics of wormlike micelles: the Cox–Merz rule, *J. Non-Newton. Fluid Mech.* 106, 1–15 (2002).

**Keywords:** Hofmeister series, Structure factor, Rheo-optical properties

**Presenting author's email:** boch@comunidad.unam.mx

## S5-abs028 Invited Talk

### The use of cellulose nanocrystals from *Acacia farnesiana* wood as reinforcement materials on acrylic hydrogels.

Alejandra Berenice Navarro Hermosillo<sup>1</sup>, Carmen Lopez Lopez<sup>2</sup>, J. Jesús Vargas Radillo<sup>3</sup>, Salvador García Enríquez<sup>3</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Madera Celulosa y Papel, Mexico. <sup>4</sup>.

In this study, cellulose nanocrystals (CNCs) were isolated from *Acacia farnesiana* wood through acid hydrolysis and employed as reinforcement in poly(acrylic acid-co-acrylamide) (AAc/AAm) hydrogels synthesized in solution via in situ free radical photopolymerization. The nanomaterials were characterized by atomic force microscopy, dynamic light scattering (DLS), and residual surface charge analysis. At the same time, the nanohydrogels were examined using infrared spectroscopy, scanning electron microscopy, swelling kinetics, and Young's modulus. The results showed that the swelling capacity depended on the crosslinking agent and CNC concentration, as well as the chemical and morphological properties of the CNCs, rather than their source. Moreover, CNC-reinforced hydrogels exhibited a lower swelling degree compared to hydrogels without CNCs. The Young's modulus increased with CNC incorporation and was influenced by their concentration and role as crosslinking agents.

**Keywords:** Cellulose nanocrystals, *Acacia farnesiana*, Acrylic hydrogels

**Presenting author's email:** emmarebecamacias@hotmail.com

#### S5-abs029

### Procesamiento y caracterización de biopolímeros con fibras naturales preparados por rotomoldeo

Ruben Gonzalez Nuñez<sup>1</sup>, Pedro Daniel Gonzalez Gonzalez<sup>1</sup>, Denis Rodrigue<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>2</sup>Laval, Chemical engineering, Canada.

El moldeo rotacional es un proceso de transformación de polímeros para producir piezas huecas de gran volumen sin uniones, tales como tanques, botes, kayaks, autopartes, entre muchos otros artículos. Las ventajas del moldeo rotacional son: (a) la baja inversión en el equipo, (b) la facilidad de introducir el material al molde, (c) la libertad en el diseño de moldes, (d) la posibilidad de producir con relativa facilidad materiales multicapa, reforzados y/o espumados, (e) los moldes por lo general son menos costosos respecto de los procesos de termoformado y moldeo por soplado, (f) las piezas no sufren tensiones durante el moldeo, (g) el desperdicio de materiales es mínimo y (h) permite la aplicación sin problemas de insertos. La principal limitación es que los materiales deben ser pulverizados. En este estudio se presentará un concentrado de biocompuestos con fibras naturales preparados por rotomoldeo. Existen dos técnicas para preparar las formulaciones; mezclas en estado sólido y mezclas fundidas que son posteriormente pulverizadas. En todos los estudios, se monitoreó la temperatura interna del aire dentro del molde para evaluar los tiempos de procesamiento e impedir la degradación de las fibras naturales. De las piezas preparadas se realizaron estudios térmicos y de propiedades mecánicas para determinar la capacidad de refuerzo de las fibras. En esta presentación se expondrán los diferentes sistemas sustentables y la viabilidad de usar fibras naturales.

**Keywords:** Procesamiento, Reología, Propiedades mecánicas

**Presenting author's email:** ruben.gnunez@academicos.udg.mx

#### S5-abs004

### VALORIZATION OF AGROINDUSTRIAL WASTE FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE PLA-BASED COMPOSITES

Andrea López González<sup>1</sup>, Rosa Gabriela López Gonzaleznuñez<sup>2</sup>, Erick Omar Cisneros López<sup>3</sup>, Laura Yessenia Cabello<sup>1</sup>, Salvador Castellanos de la Torre<sup>4</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería de Proyectos, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Física, Mexico. <sup>4</sup>Universidad de Guadalajara, Madera, Celulosa y Papel, Mexico.

This study presents the mechanical characterization of polylactic acid (PLA) composites reinforced with agroindustrial waste, including agave bagasse, corn cob, and avocado pit, residues commonly found in the state of Jalisco. The aim of this work is to contribute to the development of sustainable materials, promote the generation of value-added products, and support the circular economy.

PLA composites were produced via injection molding and reinforced with 5 wt% natural fibers. Prior to processing, the fibers were dried and milled to ensure homogeneity and proper dispersion within the polymer matrix. Mechanical testing revealed a decrease in tensile strength ranging from 7% to 18% compared to neat

PLA, primarily due to the incompatibility between the hydrophobic PLA matrix and the hydrophilic fibers. In contrast, flexural testing showed an increase in both Young's modulus and flexural strength, indicating that fiber incorporation enhanced the rigidity of the composites.

These results demonstrate that agroindustrial fibers, despite reducing tensile strength, can improve the stiffness of PLA-based composites, making them suitable for potential applications such as rigid packaging, biodegradable trays, horticultural containers, and other products where structural rigidity is desired.

**Keywords:** Biopolymer, Biocomposite, Agroindustrial waste

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

### S5-abs023

#### **Properties of poly(lactic acid)/polyaniline/carbon nanotube composites processed by extrusion for application in 3D printing.**

Carlos Alexis Hernandez Flores<sup>1</sup>, Luis Carlos Rosales Rivera<sup>2</sup>, Erika Roxana Larios Durán<sup>3</sup>, Ruben Gonzalez Nuñez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guanajuato, Ingeniería Química, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Electroquímica, Mexico.

Currently, conductive polymers have attracted considerable interest due to their ability to transport electrical charge, making them key materials for the development of innovative electronic and biomedical devices. Among them, polyaniline (PANI) stands out for its biocompatibility, although its processability is limited. One strategy to overcome this disadvantage has been to combine it with polymers such as polylactic acid (PLA), obtaining processable and conductive materials, albeit with a significant reduction in tensile strength (up to 50% lower than virgin PLA).

This work proposes the incorporation of carbon nanotubes (CNTs) into the PLA/PANI mixture, with the aim of reinforcing the mechanical properties without sacrificing electrical performance. The composites obtained were processed by extrusion to generate filaments compatible with 3D printing, opening the door to the design of multifunctional materials that integrate lightness, conductivity, and processability, with great potential in emerging technological applications.

**Keywords:** 3D printing, Polianiline, Conductive polymers

**Presenting author's email:** carlos.hflores@alumnos.udg.mx

### S5-abs005

#### **SUSTAINABLE USE OF CELLULOSE FIBERS DERIVED FROM INDUSTRIAL WASTE TO IMPROVE THE MECHANICAL BEHAVIOR OF ASPHALT MIXTURES**

Laura Yessenia Cabello-Suárez<sup>1</sup>, Pedro Limón-Covarrubias<sup>1</sup>, José Roberto Galaviz-González<sup>1</sup>, Manuel Alberto Gallardo-Sánchez<sup>1</sup>, Gabriel Landázuri Gómez<sup>2</sup>, José Anzaldo Hernández<sup>3</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Civil y Topografía, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería

Química, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Madera Celulosa y Papel, Mexico.

Asphalt regarded as a thermosetting polymer also known as bitumen, is a material used as a binder in asphalt mixtures together with mineral aggregates such as sand and gravel. Currently, new asphalt mixtures incorporating natural and recycled fibers are being developed to enhance mechanical performance and reduce environmental impact. Among these, cellulose pulps derived from industrial waste such as agave bagasse from the tequila industry and recycled cardboard (OCC) stand out. This study evaluates the effect of these fibers in Stone Mastic Asphalt (SMA) mixtures, comparing them with a commercial cellulose (CF315 SMA). The agave pulp was obtained through alkaline cooking followed by a five-stage bleaching process, with samples separated after three (3B) and five (5B) bleaching stages. The cardboard pulp was obtained mechanically. Results showed that the 3B and 5B agave pulps improved resistance to permanent deformation and wear of the mixture, helping to reduce cracking under load and environmental conditions. In contrast, the cardboard pulp promoted crack propagation. The higher crystallinity and lower lignin content of the agave fibers enhanced compatibility with the asphalt mixture, increasing its stiffness and load-bearing capacity. In conclusion, agave derived fibers represent a sustainable and effective alternative to commercial additives, contributing to the circular economy and improving the performance of SMA asphalt mixtures.

**Keywords:** Cellulose fibers, SMA asphalt mixtures, Mechanical performance

**Presenting author's email:** [cabello.lauray@gmail.com](mailto:cabello.lauray@gmail.com)

#### S5-abs010

### CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE MEZCLAS DE COPOLÍMEROS TRIBLOQUE TIPO PLURONICS CON DIFERENTES RELACIONES DE PPO/PEO

Víctor Vladimir Amílcar Fernández Escamilla<sup>1</sup>, Gabriel Landázuri Gómez<sup>2</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>2</sup>, Yahya Rharbi<sup>3</sup>, Félix Armando Soltero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ciencias Tecnológicas, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico. <sup>3</sup>CNRS, (Laboratoire Rhéologie et Procédés, France).

Las propiedades reológicas, el comportamiento de fases y la transición reológica sol-gel para el sistema binario de soluciones acuosas de copolímeros tribloque Pluronic L64 (PEO13-PPO30-PEO13) y F127 (PEO106-PPO70-PEO106) mezclados a diferentes proporciones de (L64:F127) son reportados aquí. Se utilizaron mediciones de corte oscilatorio de pequeña amplitud (SAOS) para investigar los cambios en la estructura, las temperaturas sol-gel y la cinética de la transición de micelas esféricas a cristales cúbicos mediante experimentos de saltos en la temperatura en barridos de tiempo dentro de la región viscoelástica lineal (LVR). Los diagramas de fase de los sistemas binarios Pluronic se prepararon mediante inspección visual con polarizadores cruzados, rampas de temperatura y calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Los resultados mostraron que el comportamiento de las fases a concentraciones superiores a la concentración micelar crítica (CMC) formó una fase isotrópica (L1) que se ensambló en una fase cúbica (CP) y una fase hexagonal (HP) al aumentar la temperatura, la concentración y la longitud de los bloques de copolímero. Sin embargo, al aumentar la fracción de F127, la región de la fase L1 disminuyó a concentraciones y temperaturas más bajas. Los módulos dinámicos de las soluciones de Pluronic cambiaron de un comportamiento viscoelástico a uno tipo gel al aumentar la temperatura y la concentración de L64:F127, donde el tiempo de relajación principal se incrementó al aumentar la relación F127. Por otra parte,

la cinética de formación de gel demostró ser dependiente de la relación de L64:F127 y de la temperatura. El tiempo de inducción se incrementó con la temperatura y con la concentración de L64, mientras que disminuyó con la concentración de F127. Estos sistemas son candidatos para su utilización como agentes de liberación controlada de fármacos.

**Keywords:** Reología, Pluronic, Diagrama de fases

**Presenting author's email:** victor.fernandez@academicos.udg.mx

### S5-abs016

#### Polyolefin vitrimers microstructure rheology and flow-induced crystallization

Carlos René López Barrón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Cucei, Mexico.

En esta charla, el Dr. Carlos R. López-Barrón presentará nuevos métodos para sintetizar vitrimers a partir de poliolefinas comerciales, materiales innovadores con gran potencial para el desarrollo de plásticos sostenibles. Se abordarán la microestructura, propiedades reológicas y térmicas de estos sistemas, así como su comportamiento bajo flujo y su capacidad para ser reciclados mediante enlaces dinámicos. Además, se analizará cómo el diseño estructural influye en el procesamiento y desempeño de estos materiales. Esta contribución es particularmente relevante para una economía circular, al ofrecer soluciones que combinan funcionalidad, reciclabilidad y eficiencia.

La presentación será de especial interés para quienes trabajan en el diseño de polímeros avanzados y sostenibles.

**Keywords:** plásticos sostenibles, microestructura, reológicas

**Presenting author's email:** carlos.r.lopez-barron@exxonmobil.com

### S5-abs018

#### Películas de polietileno de baja densidad recicladas en ciclo cerrado y evaluación de sus propiedades.

Luz Gabriela Moreno del Río<sup>1</sup>, Ruben Gonzalez Nuñez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería química, Mexico.

El presente trabajo habla sobre la elaboración de bolsas de plástico utilizando polietileno de baja densidad (PEBD) en una extrusora de husillo simple marca Haake. Las cuáles fueron reprocesadas utilizando el método de ciclo cerrado: 50 veces. Se manejaron 3 perfiles de temperatura (160°C, 180°C, 200°C). Las películas obtenidas fueron posteriormente caracterizadas mecánica y térmicamente para poder ver los cambios que sufren en sus propiedades debido al reciclaje, esta caracterización se realizó tomando muestras cada 5 ciclos y se les midió Índice de Fluidez (IF), DSC, infrarrojo (FTIR) y propiedades de tensión. La fluidez cae de 2.0 g/10 min a 1.2 g/10 min después de 50 ciclos a 160°C y de 2 a 0.3 g/10 min La ecuación del índice de degradación del proceso (PDI) se calculó utilizando estos datos. Se obtuvieron PDI del 11 % y el 54 % para perfiles de

temperatura de 160 °C, 180 °C y 200 °C, respectivamente. Los resultados de DSC no muestran cambios significativos en la película después de 50 ciclos de reprocesamiento. Con respecto a las propiedades de tracción, el módulo de tracción permanece constante. Por el contrario, la resistencia a la tracción para el perfil de 160 °C disminuye un 27 % en los primeros diez ciclos, luego un 10 % adicional hasta cincuenta ciclos. En el caso de las películas recicladas a 200 °C, la resistencia a la tracción disminuye un 28 % tras los primeros cinco ciclos, manteniéndose inalterada. Finalmente, el alargamiento de rotura oscila entre el 300 % al inicio y el 150 % al final de los cincuenta ciclos. En general, se observa que las películas de LDPE pueden reprocesarse después de 50 ciclos, independientemente de la temperatura de procesamiento.

**Keywords:** LDPE, películas, reciclaje

**Presenting author's email:** luzluzo9221@gmail.com

#### S5-abs021

### INFLUENCE OF WATER ADDITION ON THE RHEOLOGICAL BEHAVIOR AND SYNERESIS OF EUTECTOGELS

Salvador Enrique Farías Anzo<sup>1</sup>, Emma Rebeca Macías Balleza<sup>1</sup>, Erika Roxana Larios Durán<sup>2</sup>, Silvia Teresa Huerta Marcial<sup>3</sup>, Josue Mota-Morales<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Reología, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Electroquímica, Mexico. <sup>3</sup>Universidad de Guadalajara, Mecánica Eléctrica, Mexico. <sup>4</sup>Centro de física aplicada y tecnología avanzada (CFATA), Nanotecnología, Mexico.

An aspect that has gained considerable relevance in the current context is the need to implement smart and sustainable materials. Within this framework, eutectogels represent a novel class of materials with great potential for applications across diverse fields, including biomedicine (e.g., biosensors), owing to their tunable properties primarily imparted by deep eutectic solvents (DESs). Moreover, their negligible volatility makes them suitable candidates to replace conventional hydrogels. Recent studies have highlighted particular interest in the incorporation of water into eutectogels as a strategy to mitigate syneresis. Accordingly, in this work, the rheological behavior of eutectogels composed of the DES ethylene glycol:choline chloride in a 2:1 molar ratio and type A gelatin as the gelling agent was investigated. Strain, frequency, and temperature sweeps, as well as compression tests, were carried out to evaluate the influence of water on the mechanical and rheological properties of the gels. The results showed that water incorporation decreases syneresis in eutectogels and, although it reduces the viscosity of the precursor solution, the final gels exhibit no significant changes in their rheological and mechanical properties. Thus, water addition enhances gel stability without compromising their mechanical performance

**Keywords:** Deep eutectic solvents, Eutectic point, Syneresis

**Presenting author's email:** salvador.farias7849@alumnos.udg.mx

#### S5-abs015

### PHYSICOCHEMICAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF TANNIC ACID SOLUTIONS IN THE DEEP EUTECTIC SOLVENT FORMED BY CHOLINE CHLORIDE AND UREA

Josué Noe Duarte-Hernandez<sup>1</sup>, Silvia Teresa Huerta Marcial<sup>2</sup>, Josue Mota-Morales<sup>3</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>1</sup>, Alejandro Aguilar Ramírez<sup>1</sup>, Edgar Benjamin Figueroa Ochoa<sup>1</sup>, María Guadalupe Pérez García<sup>4</sup>, Raul Ortega Cordova<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería química, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería mecánica eléctrica, Mexico. <sup>3</sup>Centro de física aplicada y tecnología avanzada (CFATA), Nanotecnología, Mexico. <sup>4</sup>Universidad de Guadalajara, Ciencias básicas y aplicadas, Mexico. <sup>5</sup>Universidad de Guadalajara, Química, Mexico.

Currently, there is increased interest in finding environmentally friendly solvents and reducing environmental impact, as well as seeking sustainable and efficient synthesis routes for the production of materials aligned with green chemistry principles for advanced materials.

Among the solvents of interest are DES (Deep Eutectic Solvents), which have special physicochemical properties such as low toxicity, high efficiency, and the ability to dissolve specific metals, negligible volatility, among others, leading to great potential for applications.

DES have been used for the extraction of precious metals from electronic waste, in the formulation of drugs and controlled-release systems, among other applications.

On the other hand, tannic acid (TA) is a phenolic compound with antioxidant and antimicrobial properties, among others. It has been used in the blood compatibility of sodium alginate-based materials. Another use of TA is as a stabilizer and structure director in the synthesis of gold nanoparticles.

The research reported in this paper contributes to scientific knowledge in understanding the behavior of TA in the green and sustainable solvent DES formed by ChCl-urea, as well as its main differences with the reported properties of aqueous solutions, in order to find potential applications in the synthesis or processing of nanomaterials in an environmentally friendly medium.

**Keywords:** Tannic acid, Deep eutectic solvent, Characterization

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

**S5-abs022**

**REOLOGÍA, ANÁLISIS TÉRMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS EN EL PROCESAMIENTO DE POLIMEROS**

Luis Amezquita García<sup>1</sup>

<sup>1</sup>WATERS, ., Mexico.

La demanda de los consumidores, propietarios de marcas y política pública generan la necesidad de la sostenibilidad del plástico, lo que afecta a las empresas participantes de cada etapa de la producción de plástico: fabricantes de resinas, de piensos, masterbatches y convertidores. En respuesta, el sector del plástico aborda el problema de los residuos plásticos a través de una amplia gama de soluciones, como el uso de resinas de material reciclado posconsumo (PCR) y de material reciclado posindustrial (PIR), los biopolímeros / polímeros biodegradables, y el desarrollo de polímeros nuevos e innovadores concebidos teniendo en cuenta el reciclado de final de la vida útil. En el caso de la industria del plástico, el procesamiento de las resinas de PCR introduce una nueva serie de desafíos que son consecuencia de la variabilidad y

contaminación inherentes a la materia prima plástica de desecho, en especial si se compara con los lotes bien caracterizados de resinas vírgenes. Asimismo, deben integrarse las resinas recicladas sin afectar el desempeño del producto que esperan los clientes y consumidores. Las soluciones de Waters | TA Instruments para análisis de polímeros les permiten a los científicos de I & D y a los ingenieros de proceso caracterizar los piensos de resina reciclada compleja con más eficacia y explorar el efecto que causan sobre sus productos y procesos, al tiempo que mejoran la eficacia operativa de sus laboratorios analíticos. Acelerar la innovación en materia de productos, implementar mejoras en los procesos y posicionar el laboratorio para alcanzar los objetivos de sostenibilidad de la organización con una comprensión acabada de las propiedades funcionales y procesamiento de polímeros usando la amplia cartera de analizadores térmicos, reómetros y medidores mecánicos de Waters | TA.

**Keywords:** Reología, resinas, PCR

**Presenting author's email:** luis\_amezquita@waters.com

### S5-abs030

## CLASIFICACIÓN REOLÓGICA DE LIGANTES ASFALTICOS MODIFICADOS CON NANOCRISTALES DE CELULOSA PROVENIENTE DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Salvador Castellanos<sup>1</sup>, Manuel Alberto Gallardo-Sánchez<sup>2</sup>, Salvador García Enríquez<sup>1</sup>, Raymundo Benitez<sup>3</sup>, Emma Rebeca Macias Balleza<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Mexico. <sup>2</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de Ingeniería civil, Mexico. <sup>3</sup>Quimikao S.A de C.V., Mezclas asfálticas, Mexico. <sup>4</sup>Universidad de Guadalajara, Departamento de ingeniería química, Mexico.

Este estudio esta orientado en el mejoramiento de las propiedades reológicas de ligantes asfálticos mediante la incorporación de nanocristales de celulosa (NCC) provenientes de fuentes renovables como el bagazo de Agave tequilana Weber var. Azul. El estudio se centro en la modificación de las propiedades viscoelásticas del asfalto, evaluadas conforme a la norma AASHTO M332-19. Los NCC fueron obtenidos mediante hidrólisis con  $H_2SO_4$ , y posteriormente incorporados en el ligante en concentraciones del 1 y 2%. Los resultados mostraron que la mezcla realizada con 2% de NCC incremento el grado de desempeño superior (PG) del asfalto y mejoró significativamente su rigidez, clasificándose como tipo E, apto para pavimentos sometidos a cargas elevadas y velocidades bajas.

La prueba de recuperación de fluencia de esfuerzo múltiple (MSCR) confirmo que los NCC mejoran la recuperación elástica bajo cargas cíclicas y reduce la susceptibilidad al ahuellamiento. Estos resultados posicionan a los NCC como aditivos potenciales para optimizar el desempeño reológico de los ligantes asfálticos.

**Keywords:** Ligantes asfálticos, Reología, N

**Presenting author's email:** salvador.castellanos1022@alumnos.udg.mx

### S5-abs031

## Procesamiento de polímeros multifásicos

Ruben Gonzalez Nuñez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Ingeniería Química, Mexico.

La producción global de plásticos supera los 400 millones de toneladas anuales, y México ocupa una posición destacada como productor y consumidor. Este contexto plantea importantes desafíos y oportunidades para la transformación sostenible del sector. En esta charla, el Dr. Rubén González Núñez presentará resultados de investigación en el área de polímeros multifásicos, abordando mezclas inmiscibles, compuestos reforzados y espumados termoplásticos. Se discutirán las propiedades reológicas, las técnicas de procesamiento utilizadas (moldeo por inyección, rotacional, termocompresión, y extrusión) y su impacto en el desempeño final de los materiales. Asimismo, se explorarán las implicaciones industriales de la relación estructura-propiedad, destacando la aplicabilidad de estos materiales en sectores clave como el embalaje, la automoción y los bioplásticos, con énfasis en formulaciones más económicas y sostenibles.

**Keywords:** Procesamiento, Polímeros multifásicos, Propiedades mecánicas

**Presenting author's email:** [ruben.gnunez@academicos.udg.mx](mailto:ruben.gnunez@academicos.udg.mx)

**Aguilar Ramírez, Alejandro** S5-abs014, S5-abs015, S5-abs002  
**Alvarez Navarro, Diego Armando** S5-abs008  
**Amezquita García, Luis** S5-abs022  
**Anzaldo Hernández, José** S5-abs024, S5-abs005  
**Benitez, Raymundo** S5-abs030  
**Brown Ruiz, Karla Nohemi** S5-abs007  
**Cabello, Laura Yessenia** S5-abs004  
**Cabello Suárez, Laura Yessenia** S5-abs005  
**Cabrera Álvarez, Edgar Nazareo** S5-abs011  
**Castellanos, Salvador** S5-abs030  
**Castellanos de la Torre, Salvador** S5-abs004  
**Castro Garcia, Daniela** S5-abs024  
**Castro López, Hugo César** S5-abs003  
**Cervantes Inzunza, Estefani Y.** S5-abs017  
**Chacón Maldonado, Juan Manuel** S5-abs014  
**Cisneros López, Erick Omar** S5-abs004  
**de la Cruz, Bryan** S5-abs011  
**de León Santillán, Arxel** S5-abs011  
**del Castillo Castro, Teresa** S5-abs009, S5-abs007  
**Duarte Hernandez, Josué Noe** S5-abs015  
**Esponda Cervantes, Sarahí L.** S5-abs025  
**Farías Anzo, Salvador Enrique** S5-abs021  
**Fernández Escamilla, Víctor Vladimir Amílcar** S5-abs010  
**Figuroa Landeta, Michelle** S5-abs025  
**Figuroa Ochoa, Edgar Benjamin** S5-abs015, S5-abs002  
**Galaviz González, José Roberto** S5-abs005  
**Gallardo Sánchez, Manuel Alberto** S5-abs024, S5-abs030, S5-abs005  
**Galvan Garcia, Eduardo Julian** S5-abs017  
**García Enríquez, Salvador** S5-abs028, S5-abs030  
**Gonzalez Gonzalez, Pedro Daniel** S5-abs026, S5-abs029  
**Gonzalez Nuñez, Ruben** S5-abs031, S5-abs003, S5-abs026, S5-abs023, S5-abs029, S5-abs018  
**González Palafox, Daniel Alejandro** S5-abs007, S5-abs009  
**González Sánchez, Ana Sofía** S5-abs026  
**Hernandez Flores, Carlos Alexis** S5-abs023  
**Huerta Marcial, Silvia Teresa** S5-abs021, S5-abs015, S5-abs002, S5-abs014  
**Landázuri Gómez, Gabriel** S5-abs002, S5-abs010, S5-abs005, S5-abs014  
**Larios Durán, Erika Roxana** S5-abs021, S5-abs023  
**Limón Covarrubias, Pedro** S5-abs005  
**López Barrón, Carlos René** S5-abs016  
**López González, Andrea** S5-abs004  
**López Gonzaleznúñez, Rosa Gabriela** S5-abs004  
**Lopez Lopez, Carmen** S5-abs028  
**López Aguilar, J. Esteban** S5-abs013, S5-abs025  
**Macias Balleza, Emma Rebeca** S5-abs014, S5-abs030, S5-abs028, S5-abs004, S5-abs003, S5-abs024, S5-abs021, S5-abs015, S5-abs010, S5-abs002, S5-abs005  
**Manero, Octavio** S5-abs013, S5-abs025, S5-abs032  
**Martínez Valdez, Joshua Daniel** S5-abs009  
**Medina Torres, Luis** S5-abs013  
**Morales Burgos, Ana María** S5-abs017  
**Moreno del Rio, Luz Gabriela** S5-abs018

**Mota Morales, Josue** S5-abs021, S5-abs014, S5-abs015  
**Navarro Hermosillo, Alejandra Berenice** S5-abs028  
**Ojeda Magaña, Benjamin** S5-abs024  
**Ortega Cordova, Raul** S5-abs015, S5-abs014  
**Pérez Camacho, Odilia** S5-abs011  
**Pérez García, María Guadalupe** S5-abs015, S5-abs014  
**Pérez Aispuro, José Luis** S5-abs017  
**Picos Corrales, Lorenzo A.** S5-abs017  
**Reyes Tenorio, M. Fernanda** S5-abs025  
**Rharbi, Yahya** S5-abs010  
**Rodrigue, Denis** S5-abs026, S5-abs029  
**Rodríguez Félix, Francisco** S5-abs009, S5-abs007  
**Romero Ureña, Moisés** S5-abs013  
**Rosales Rivera, Luis Carlos** S5-abs023  
**Ruelas Leyva, Jose P.** S5-abs017  
**Salas Urias, Elizabeth** S5-abs019  
**Saldívar Guerrero, Rubén** S5-abs011  
**Soltero, Félix Armando** S5-abs010, S5-abs002  
**Vargas Hernandez, Maria de Los Angeles** S5-abs001  
**Vargas Radillo, J. Jesús** S5-abs028