

JIRheo 2025



I Reunión de Jóvenes Investigadores en Reología

Avances y Tendencias en Reología

Madrid, 11 y 12 de septiembre

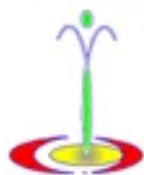
LIBRO DE RESÚMENES

Organizado por el Grupo Español de Reología (GER)

ÍNDICE

Índice de contenidos	2
Organización	3
Patrocinadores	4
Programa científico	5
Localización	8
Resúmenes	
Charlas magistrales	9
Comunicaciones orales	10
Pósters	37

ORGANIZACIÓN



Dr. Juan Francisco Vega



Dra. Itxaso Calafel



Cursos de verano de la UPV/EHU

PATROCINADORES





PROGRAMA

Jueves, 11 de septiembre de 2025

Horario	Orador/a	Título	Moderador/a
8:00	Apertura y entrega de documentación		
8:45	Bienvenida		
9:00	MERCEDES FERNANDEZ (POLYMAT EHU/UPV) <i>Reología oscilatoria de gran amplitud (LAOS): Caracterización de la huella viscoelástica no lineal en fluidos complejos.</i>		MERCEDES FERNÁNDEZ
10:00	Andrés Cardil (IEM)	<i>Estudiando las propiedades del film lagrimal humano: microreología de disoluciones poliméricas complejas.</i> A. Cardil, M. Fernandez, I. Calafel, I. Martínez-Soroa, A. Pérez Sarriegui, J.Ramos, A. Acera, J.F. Vega	
10:15	Javier Oller (UPM)	<i>Diffusion Mechanisms in Star-Shaped Associating Polymers: Insights from Molecular Dynamics and Monte Carlo Simulations.</i> J. Oller, M. M. Conde, J. Ramírez	
10:30	Sebastián Sanabria (UHU)	<i>Exploration of the Rheological Characteristics of Paraffin-Based Emulsions for Latent Heat Storage .</i> S. Sanabria, C. Delgado-Sanchez, F.J. Navarro	
10:45	Andreu Mañez (UV)	<i>Influencia de las propiedades reológicas en la estabilidad de emulsiones, la liberación de principio activo y la equivalencia de formulaciones tópicas.</i> A. Mañez-Asensi, M. J. Hernández, M. Merino-Sanjuán, V. Merino	
11:00	COFFEE BREAK		
11:30	MIGUEL ANGEL RUBIO (UNED) <i>Reología Interfacial: Principios, técnicas experimentales y algunas aplicaciones.</i>		MIGUEL ANGEL RUBIO
12:30	Carlos Gracia (TA Instruments)	<i>Reología y los tiempos que la definen.</i> C.A. Gracia	
12:45	Paul Capellán (POLYMAT)	<i>Caracterización Reológica de Nanopartículas Lipídicas para la Administración Ocular de miRNA en Terapias contra el Glaucoma.</i> P. Capellán, M. M. Fernández, M. A. Acera, L. Arana, O. Terrones, J. LeBlond Chain, R. Aguirresarobe, M. I. Calafel	
13:00	Christian Rentero (UAH)	<i>Crystallization, mechanical properties and rheology of high-molecular weight polyethylene brassylate.</i> C. Rentero, A. Sotillo, V. Souza-Egipsy, J. F. Vega, V. Sessini, M. E.G. Mosquera	
13:15	Carmen M. Granados (USE)	<i>Optimización de la fabricación de hidrogeles biopoliméricos hortícolas a partir de una caracterización reológica y funcional.</i> C. M. Granados-Carrera, V. M. Perez-Puyana, D. Castro-Criado, A. Romero	
13:30	COMIDA		
14:45	REUNIÓN GER		



PROGRAMA

Jueves, 11 de septiembre de 2025

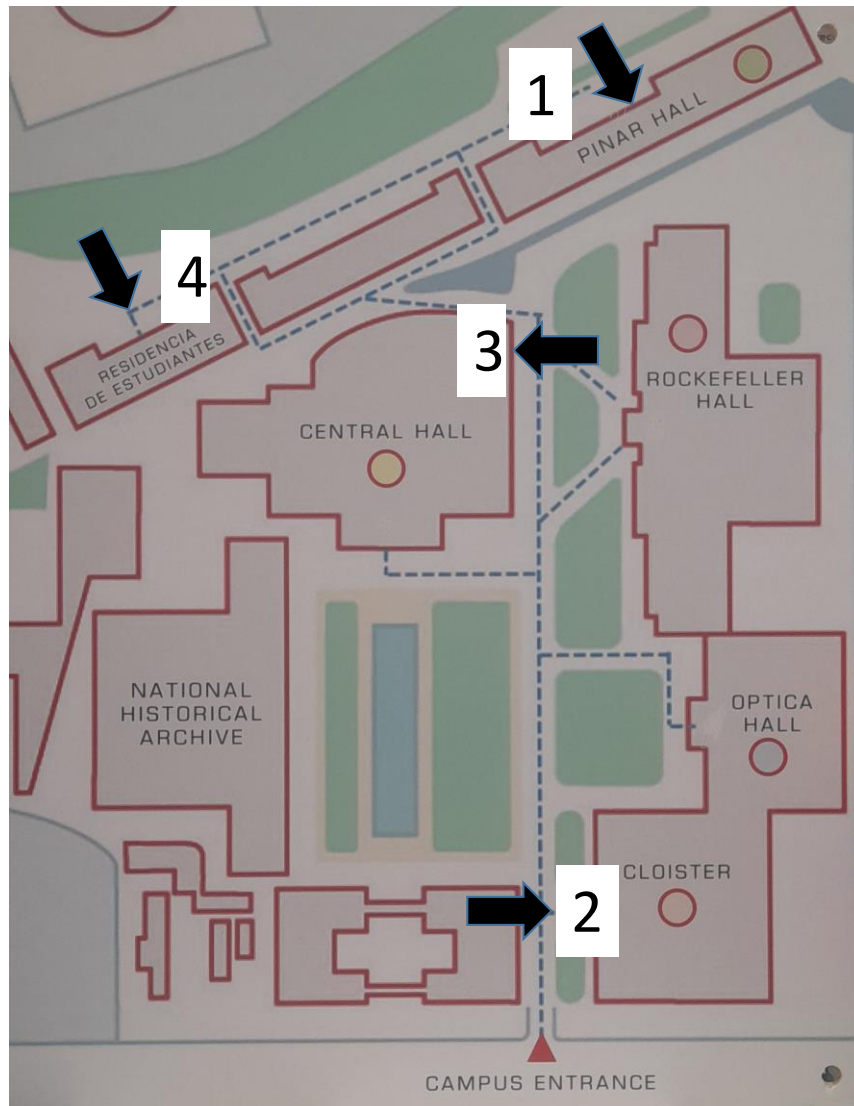
Horario	Orador/a	Título	Moderador/a
15:30	JORGE RAMÍREZ (UPM) <i>Predicción del comportamiento reológico de fluidos complejos mediante simulación.</i>		
16:30	Lydia Esteban (Rheonova)	<i>Rheonova and EKO's contribution to rheology the development of new rheometers: 3 case studies in cosmetics, food and healthcare.</i> K. Hasegawa, J. Patarin and L. Esteban	
16:45	Miriam Rodríguez (UMa)	<i>Temperature and Concentration Influence on the Behavior of a Polyurethane Foam Impregnated with a Shear-Thickening Fluid.</i> M. Rodríguez-Lara, F. J. Rubio-Hernández, J. F. Velázquez-Navarro, J. Sánchez-Rodríguez	JORGE RAMÍREZ
17:00	Alodi Pascal (POLYMAT)	<i>Caracterización Reológica-Eléctrica Simultanea para la Optimización del Procesado de Nanocompuestos Conductores.</i> A. Pascal, M. Fernandez, R. Aguirresarobe, I. Calafel	
17:15	Rodrigo Álvarez (UHU)	<i>Rheology and Microstructure of Non-bituminous binder systems for Sustainable Roadway Construction.</i> R. Álvarez-Barajas, R. Vidal, A. A. Cuadri, M. J. Martín-Alfonso, P. Partal	
17:30	<i>Presentación de posters (3 min/poster)</i>		
18:30	CÓCTEL – TA Instruments <i>Sesión de posters</i>		



PROGRAMA

Sesión de posters
Jueves, 11 de septiembre de 2025

Póster	Presentador/a	Título
P1	María Vela (Use)	<i>Rheological Design of Functional Emulgel Systems Using Phycocyanin and Chia Mucilage.</i> M. Vela-Albarrán, N. Calero, F. Carrillo, L. A. Trujillo-Cayado
P2	Carlos García (IEM)	<i>BoB-GUI: Interfaz para crear bases de datos de propiedades reológicas.</i> C. García; J. Ramos; J. F. Vega
P3	Esperanza Cortés (UHU)	<i>Rheological and water absorption behaviour of biobased thermosets for coating applications.</i> E. Cortés-Triviño, S. Fernández-Prieto, I. Martínez, J.M. Franco
P4	Beatriz Combarro (UCo)	<i>Propiedades viscoelásticas de nuevos compuestos para FDM.</i> B. Combarro, M. José Abad, A. Ares-Pernas
P5	Marc F. Malter (POLYMAT)	<i>Correlating rheology with adhesive properties of waterborne acrylic pressure-sensitive adhesives.</i> M. F. Malter, M. Paulis, J. R. Leiza
P6	Javier Hernández (UVa-IEM)	<i>Estudio microreológico de disoluciones de polisacáridos para el diseño de lágrimas artificiales.</i> J. Hernández Blanco, A. Cardil, J. F. Vega
P7	Mercedes Fernández (POLYMAT EHU/UPV)	<i>Elastómeros termoplásticos vulcanizados para baterías: determinación de la viscosidad elongacional.</i> I. Calafel, R. Aguirresarobe, M. Fernandez, A. Burgoa, F. Garitaonandia
P8	Virginia Souza (IEM)	<i>Propiedades mecánicas de los biofilms en ambientes extremos: importancia microbiológica.</i> V. Souza-Egipsy, A. Aguilera, J. F. Vega
P9	José Muñoz (Use)	<i>Reología aplicada a la economía circular de recursos naturales.</i> J. Muñoz, M. C. Alfaro-Rodríguez, N. Calero, L. A. Trujillo-Cayado, F. Carrillo, M. C. García, M. Vela-Albarrán, F. Vela-Benavides
P10	Juan Francisco Vega (IEM)	<i>Líneas de investigación en reología del grupo BIOPHYM.</i> J. F. Vega, J. Ramos
P11	Itxaso Calafel (POLYMAT UPV/EHU)	<i>Grupo de Reología y Manufactura Avanzada de POLYMAT UPV/EHU.</i> R. Aguirresarobe, M. Fernández, M. I. Calafel
P12	Claudia Quintero (UCo)	<i>Rheology and Photocuring of Conductive Resins for 3D Printing.</i> C. Quintero Rodríguez, M. Bodor, A. Lasagabaster Latorre, S. Dopico-García, M. J. Abad, A. Ares-Pernas
P13	María García (UHU)	<i>Electrorheological behavior of nanofluids based on used cooking oil and cellulose nanocrystals for smart lubrication.</i> M. García-Pérez, S. Fernández-Silva, C. Roman, M. Á. Delgado, M. García-Morales



1. **Calle Pinar 25** – Ponencias
2. Claustro – Coffee-Breaks, Sesión de poster y Cóctel
3. Cafetería – Comida
4. Residencia de Estudiantes

CHARLAS MAGISTRALES



MERCEDES FERNANDEZ (POLYMAT EHU/UPV)

Reología oscilatoria de gran amplitud (LAOS): Caracterización de la huella viscoelástica no lineal en fluidos complejos.

Jueves 11, 9:00



MIGUEL ANGEL RUBIO (UNED)

Reología Interfacial: Principios, técnicas experimentales y algunas aplicaciones.

Jueves 11, 11:30



JORGE RAMÍREZ (UPM)

Predicción del comportamiento reológico de fluidos complejos mediante simulación.

Jueves 11, 15:30



LAURA CAMPO DEAÑO (CEFT, U. PORTO)

Microrreología y microfluídica: Aplicaciones de la reología en sistemas a microescala y dispositivos microfluídicos.

Viernes 12, 9:00



FRANCISCO GALINDO (CEFT, U. PORTO)

Reometría Extensional: Métodos y aplicaciones en la caracterización de fluidos complejos bajo flujos elongacionales.

Viernes 12, 11:30

**Resúmenes de las
COMUNICACIONES ORALES**

Estudiando las propiedades del film lagrimal humano: microreología de disoluciones poliméricas complejas

A. Cardil,^{1*} M. Fernandez,² I. Calafel,² I. Martínez-Soroa,^{3,4} A. Pérez Sarriegui,^{3,4} J. Ramos,¹ A. Acera,^{5,6} and J.F. Vega¹

¹BIOPHYM, Department of Macromolecular Physics, Instituto de Estructura de la Materia (IEM-CSIC), c/Serrano 113bis, 28006 Madrid, Spain

²POLYMAT and Department of Polymers and Adv. Mat., UPV/EHU, San Sebastián, Spain

³Miranza Begitek Clinic, Plaza Teresa de Calcuta 7, 20012 Donostia-San Sebastián, Spain

⁴Donostia University Hospital, Paseo Dr. Beguiristain s/n, 20014 Donostia-San Sebastián, Spain

⁵Department of Cell Biology and Histology, GOBE, UPV/EHU, Leioa 48940, Spain

⁶Ikerbasque, Basque Foundation for Science, Bilbao 48001, Spain

✉ andres.cardil@csic.es

Las técnicas de dispersión dinámica de luz basadas en la aproximación de Einstein- Stokes [1,2] han demostrado ser una potente herramienta para estudiar las propiedades viscoelásticas de materiales con baja viscosidad, como disoluciones de polímeros, sistemas biológicos y redes interconectadas [3,4]. La microreología mediante dispersión dinámica de luz (DLS μ R) permite estudiar pequeños volúmenes de muestra, de hasta de 12 μ L, y medir las dinámicas de estos sistemas en un amplio rango de tiempos. Gracias a esto, la DLS μ R es una herramienta ideal para investigar todo el espectro jerárquico de fenómenos típicos de los materiales biológicos. Usando estas técnicas hemos sido capaces de medir las propiedades viscoelásticas de la lágrima humana [6] y compararla con el comportamiento de múltiples lágrimas artificiales. Estos colirios, principalmente disoluciones de ácido hialurónico (AH), presentan comportamientos típicos de disoluciones semidiluidas sin enmarañar y se puede establecer una relación lineal entre el peso molecular y concentración de AH con su viscosidad newtoniana.

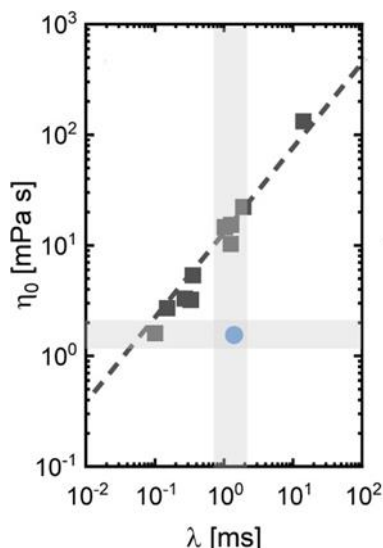


Fig. 1. Comparación de la viscosidad newtoniana (η_0) y tiempo de relajación (λ) de distintas lágrimas artificiales comerciales (■) con la lágrima natural (●)

En cambio, la lágrima humana presenta un comportamiento claramente no-Newtoniano pero con un aumento significativo en el tiempo de relajación comparado con lágrimas artificiales de viscosidades newtonianas similares, como puede verse en la Figura 1. Con la intención de estudiar cómo diseñar disoluciones complejas de polímeros que puedan replicar el comportamiento de la lágrima natural hemos preparado mezclas de polímeros con diferencias en la flexibilidad de su cadena, ya que presentan un espectro de relajaciones más complejo. Esperamos que este estudio profundice el

conocimiento acerca de las propiedades viscoelásticas de disoluciones de polímeros y abra la puerta hacia la preparación de lágrimas artificiales con propiedades más similares a la del film lagrimal natural.

Referencias

- [1] Einstein, A. On the Electrodynamics of Moving Bodies. *Annalen der Physik*. **1905**, *17*, 449.
- [2] Mason, T.G., Weitz, D.A. Optical Measurements of Frequency-Dependent Linear Viscoelastic Moduli of Complex Fluids. *Phys. Rev. Lett.* **1995**, *74*, 1250.
- [3] Dsgupta, B.R., Tee, S.Y., Crocker, C., Frisken, B.J., Weitz, D.A. Microrheology of polyethylene oxide using diffusing wave spectroscopy and single scattering. *Phys. Rev. E*. **2002**, *65*, 51505.
- [4] Xu, J., Viasnoff, V., Wirtz, D.A. Compliance of actin filament networks measured by particle-tracking microrheology and diffusing wave spectroscopy. *Rheol Acta*. **1998**, *37*, 387.
- [5] Krajina, B.A., Tropini, C., Zhu, A., DiGiacomo, P., Sonnenburg, J.L., Heilshorn, S.C., Spakowitz, A.J. Dynamic Light Scattering Microrheology Reveals Multiscale Viscoelasticity of Polymer Gels and Precious Biological Materials. *ACS Cent. Sci.* **2017**, *12*, 1294
- [6] Vega, J.F., Fernández, M., Cardil, A., Calafel, I., Martínez-Soroa, I., Pérez Sarriegui, A., Acera, A. Shedding light on the viscoelastic behavior of artificial and human tears: A microrheological approach. *Physics of Fluids* **2023**, *35* (7)

Acknowledgements: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PIE202250E35 del CSIC

Diffusion Mechanisms in Star-Shaped Associating Polymers: Insights from Molecular Dynamics and Monte Carlo Simulations

Javier Oller¹, María M. Conde¹, Jorge Ramírez¹

¹ Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

✉ javier.oller.iscar@upm.es

Recent studies have advanced the understanding of the complex self-diffusive behaviour in unentangled associating polymers. This research particularly focuses on the diffusion of star-shaped associating polymers, studying diverse diffusion mechanisms such as hopping and walking across various spatial and temporal scales.

Previous models explaining this anomalous diffusion behaviour often relied on mean-field approaches, which might oversimplify intermolecular associations. To enhance this understanding, Molecular Dynamics simulations have been employed, utilizing the Kremer-Grest model with an explicit solvent. This methodology comprehensively represents network fluctuations.

Additionally, a Monte Carlo algorithm has been integrated to depict sticker association more accurately. This combination of techniques offers a nuanced view of polymer behaviour, linking chemical details and network topology to empirical measures like relaxation modulus and self-diffusion coefficients.

The research spans a broad concentration range, from dilute to concentrated solutions, enabling an examination of different network defects. These defects provide insights into the mechanisms underlying star-shaped polymer diffusion, revealing their behaviour across varying time and space scales.

This in-depth exploration sheds new light on the multifaceted nature of polymer diffusion, enhancing the understanding of the physical processes governing the movement of star-shaped associating polymers.

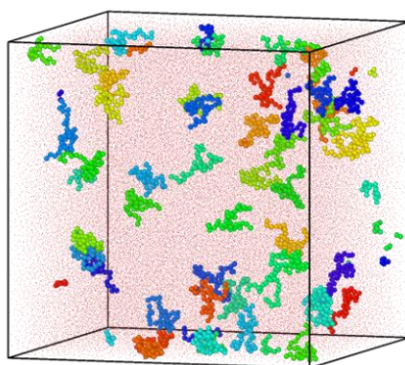


Fig. 1. Snapshot of a simulation box filled with star-shaped polymers and explicit solvent.

Exploration of the Rheological Characteristics of Paraffin-Based Emulsions for Latent Heat Storage

S. Sanabria, C. Delgado-Sanchez, F.J. Navarro

Pro2TecS-Chemical Process and Product Technology Research Center, Dept.
Chemical Engineering, ETSI, Universidad de Huelva, Campus El Carmen 21071
Huelva (Spain)

✉ sebastian.sanabria@diq.uhu.es

The increasing demand for energy efficiency and decarbonization in thermal systems has prompted the exploration of latent heat thermal energy storage solutions. Phase change materials (PCM), which utilize the latent heat associated with phase transitions, typically between solid and liquid states, offer high energy densities and narrow operational temperature ranges, but their low thermal conductivity and bad transportability restrict their potential application. To overcome these limitations, phase change material emulsions (PCMEs) have emerged as useful thermal energy storage media that combine both the energy storage capacity of PCMs and the flowability with good heat transfer characteristics of fluids. PCMEs have become particularly attractive due to their pumpability, high surface-to-volume ratio, and broad applicability in systems such as solar thermal collectors and industrial heat recovery. Paraffin-based PCMEs, in particular, have gained significant attention due to the useful and well-known thermal properties, chemical stability, and selectable melting points of paraffins, making them suitable for a wide range of thermal management applications.

Nonetheless, their rheological behavior plays a key role in determining system viability and performance, influencing factors such as pumping energy requirements, emulsion stability, and overall thermal outcome. This work presents an overview of paraffin-based PCMEs from a rheological perspective, focusing on the impact of formulation parameters—such as PCM content, continuous phase viscosity, droplet sizes, and surfactant concentration—on dynamic viscosity, flow regime, shear-thinning behavior, and structural stability. Additionally, phenomena such as supercooling and viscosity variations with PCM and stabilizer concentrations are analyzed in the context of both thermal and mechanical properties.

Experimental results show that PCMEs exhibit clear shear-thinning behavior and that increasing the PCM content or stabilizer concentration leads to higher viscosity. The continuous phase viscosity presents a great influence on rheological behavior. Frequency sweep tests indicate that smaller droplet sizes and higher surfactant concentrations enhance structural stability, as evidenced by the storage modulus (G') exceeding the loss modulus (G''), suggesting a predominantly elastic response. Furthermore, cycling tests demonstrate consistent rheological behavior over repeated use, confirming that the emulsions maintain their mechanical integrity and phase change behavior. These findings highlight the importance of understanding rheological characteristics to optimize PCMEs as reliable TES media in both renewable and conventional energy systems.

Acknowledgements: Projects PID2020-116905RB-I00 and PID2023-151306OB-I00 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (Spanish Ministry of Science, Innovation and University).

Influencia de las propiedades reológicas en la estabilidad de emulsiones, la liberación de principio activo y la equivalencia de formulaciones tópicas

Andreu Mañez-Asensi¹⁻³, M^a Jesús Hernández², Matilde Merino-Sanjuán¹⁻³, Virginia Merino^{1,3}

¹ Dep Farmacia Tecnología Farmacéutica, Fac Farmacia, Universidad de Valencia, Av Vicent Andrés Estalles sn Burjassot 46100, Valencia, España.

² Dep Física de la Tierra y Termodinámica, Fac Física, Univ. Valencia, 46100 Burjassot, España

³ Instituto Interuniversitario de Investigación, Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM), Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Valencia, Valencia, España.

✉ andreu.manez@uv.es

La reología juega un papel clave en las formulaciones farmacéuticas semisólidas. Tanto la aceptación por parte del paciente, como la liberación de principio activo o la estabilidad del sistema farmacéutico son susceptibles a los cambios que puedan sufrir los parámetros reológicos. Por ello, la Agencia Europea del Medicamento (EMA), considera los parámetros reológicos como un aspecto clave para la determinación de la equivalencia tópica [1]. El objetivo de este trabajo es determinar la relación entre las propiedades reológicas, la liberación de principio activo y la repercusión en la equivalencia de formulaciones de aplicación tópica. Se han evaluado dos formulaciones comerciales, de diferente naturaleza fisicoquímica a lo largo de su periodo de validez: Diclofenaco 1% emulgel y emulsión W/O de hidrocortisona 1%.

Las medidas reológicas se hicieron a 20°C con un reómetro de esfuerzo controlado (RheoStress RS1, Thermo Haake®, Germany) utilizando platos paralelos rugoso, al inicio y al final del periodo de validez. Para ambas formulaciones se realizaron curvas de flujo en escalera y barridos de esfuerzos en ensayos oscilatorios a 1 Hz. Los parámetros evaluados, siguiendo la guía de la EMA [1] para la bioequivalencia fueron: la viscosidad cero (η^0), la viscosidad a 100 s⁻¹ (η_{100}), los módulos viscoelásticos en la región viscoelástica lineal (G'_{0} , G''_{0}) y el esfuerzo umbral (σ_0). La liberación de los fármacos que contenían se evaluó a través de un Test In Vitro (IVRT) con celdas de Franz. El tamaño de gota se determinó con un microscopio de fluorescencia Leica a 40 aumentos, con una cámara acoplada. Los intervalos de confianza del 90% (IC90%) de los cocientes de las medias de los parámetros obtenidos a los dos tiempos se calcularon tal como indica la EMA [1].

Ambas formulaciones mostraron un fuerte carácter pseudoplástico y un comportamiento viscoelástico de tipo gel ($G' > G''$). Según los test estadísticos aplicados, la formulación de hidrocortisona respecto a la del emulgel, obtuvo un mayor número de parámetros que resultaron estables a lo largo del tiempo. Se observó un descenso de la viscosidad junto con el aumento de tamaño de partícula en el emulgel, lo que sugirió la aparición de coalescencia, lo cual explicaría el brusco descenso de la liberación de diclofenaco [2]. En cambio, la emulsión W/O de hidrocortisona presentó una viscosidad mucho más elevada que la del diclofenaco emulgel, lo cual parece conferir un papel protector a la aparición de coalescencia, ya que la liberación de fármaco permanece intacta a lo largo de todo el periodo de validez.

Referencias

- [1] Medicines Agency, E. (n.d.). *Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP) Guideline on quality and equivalence of locally applied, locally acting cutaneous products*. Retrieved July 25, 2025, from www.ema.europa.eu/contact
- [2] Mañez-Asensi A, Hernández MJ, Mangas-Sanjuán V, Salvador A, Merino-Sanjuán M, Merino V. Impact of Time on Parameters for Assessing the Microstructure Equivalence of Topical Products: Diclofenac 1% Emulsion as a Case Study. *Pharmaceutics*. 2024; 16(6):749.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Conselleria de Educació, Universidades y Empleo de la Generalitat Valenciana (AICO 2022/170)

Reología y los tiempos que la definen

Carlos A. Gracia Fernández

TAInstruments/Waters Cromatografía (Tres Cantos/Madrid)

[✉ carlos_gracia@waters.com](mailto:carlos_gracia@waters.com)

En muchas disciplinas de la Física, existen multitud de tiempos que definen un sistema vivo como efectivamente lo es un material en estado amorfo. Como obtenerlos y que información proporcionan es relevante a la hora de analizar resultados experimentales en técnicas dinámicas donde se realizan barridos de tiempo de observación.

Las ecuaciones de Arrhenius, Vogel, WLF son ampliamente utilizadas a la hora de analizar dichos resultados experimentales. Merece la pena repasar como se derivan, que hipótesis asumen y que significan los parámetros de ajuste, tanto para los procesos para los que inicialmente fueron desarrolladas como en los que se utilizan hoy en día.

El concepto de parámetro preexponencial en dichas ecuaciones como valor constante implica un tiempo de relajación no cero a temperatura infinita lo cual tiene implicaciones no triviales.

Asimismo, la energía de activación como barrera del flujo es una idea ampliamente utilizada que obvia la contribución de la entropía del sistema.

En el presente trabajo se revisarán de forma breve todas estas cuestiones.

Caracterización Reológica de Nanopartículas Lipídicas para la Administración Ocular de miRNA en Terapias contra el Glaucoma

Paul Capellán¹, M. Mercedes Fernández¹, M. Aránzazu Acera², Lide Arana¹, Oihana Terrones¹, Jeanne LeBlond Chain³, Robert Aguirresarobe¹, M. Itxaso Calafel¹

¹ POLYMAT, Facultad de Química, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Donostia-San Sebastián, España. Spain.

² Instituto de Investigación Sanitaria BioGipuzkoa, Donostia-San Sebastián, España.

³ Unidad ARNA INSERM U1212, Universidad de Burdeos, Francia

✉ paul.capellan@polymat.eu

El glaucoma es una enfermedad que daña progresivamente el nervio óptico como consecuencia de una presión intraocular elevada, provocando una pérdida visual irreversible. Afecta a más de 66 millones de personas en todo el mundo y es una de las principales causas de ceguera. A pesar de los avances médicos, su diagnóstico temprano sigue siendo un desafío, lo que subraya la urgencia de explorar terapias innovadoras y enfoques más efectivos de administración. [1]. En los últimos años, la investigación ha girado hacia terapias basadas en microARNs (miRNAs), ya que ofrecen una vía directa para atacar los mecanismos moleculares que originan la enfermedad. La eficacia de estos tratamientos depende en gran medida de cómo se administran los miRNAs a las células objetivo, y ahí es donde entran en juego los nanotransportadores lipídicos [2]. Estos sistemas de liberación no solo protegen las moléculas de miRNA frente a la degradación, sino que también facilitan su absorción celular y mejoran su disponibilidad en la zona ocular afectada [3]. Sin embargo, existen todavía importantes interrogantes respecto a las propiedades físicas que determinan la calidad de estos sistemas, como su viscosidad, estabilidad y su interacción con la superficie ocular. En este trabajo se realiza un análisis profundo del comportamiento reológico de soluciones oftalmológicas comerciales para comprender mejor cómo su microestructura y respuesta viscoelástica se relacionan con su estabilidad, eficacia terapéutica, capacidad de retención corneal y adhesión a la mucosa. El siguiente paso será investigar formulaciones no comerciales para ampliar el conocimiento sobre los parámetros clave que influyen en su rendimiento clínico.

Referencias:

- [1] H. A. Quigley, "Number of people with glaucoma worldwide.," *British Journal of Ophthalmology*, vol. 80, no. 5, pp. 389–393, May 1996, doi: 10.1136/BJO.80.5.389.
- [2] C. Chakraborty, A. R. Sharma, G. Sharma, and S. S. Lee, "Therapeutic advances of miRNAs: A preclinical and clinical update," *J Adv Res*, vol. 28, pp. 127–138, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.JARE.2020.08.012.
- [3] S. Gorantla *et al.*, "Nanocarriers for ocular drug delivery: current status and translational opportunity," *RSC Adv*, vol. 10, no. 46, pp. 27835–27855, Jul. 2020, doi: 10.1039/D0RA04971A.

Agradecimientos: Este proyecto ha sido financiado por el Departamento de Salud del Gobierno Vasco, en el marco de la convocatoria de Proyectos Estratégicos de Investigación en Salud 2024.

Crystallization, mechanical properties and rheology of high-molecular weight polyethylene brassylate

*Christian Rentero,¹ Alberto Sotillo,¹ Virginia Souza-Egipsy,² Juan F. Vega,² Valentina Sessini,^{*1} Marta E.G. Mosquera^{*1}*

¹ Departamento de Química Orgánica y Química Inorgánica, Instituto de Investigación Química

“Andrés M. Del Río”, Campus Universitario, 28871, Alcalá de Henares, Madrid, Spain.

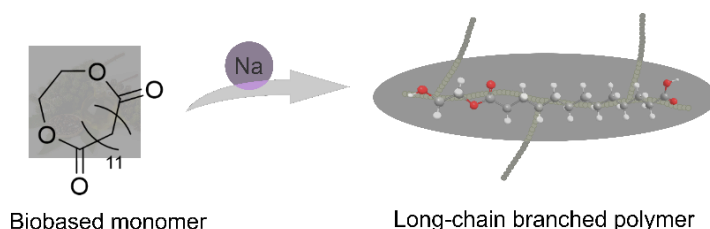
² BYOPHYM, Departamento de Física Macromolecular, Instituto de Estructura de la Materia, IEM-CSIC, C8Serrano 113 bis, 28006 Madrid, Spain

✉ *christian.rentero@uah.es*

The enormous quantities of plastic waste being generated globally are the cause of significant environmental impact. As conventional plastics are typically obtained from fossil fuels and are non-biodegradable, there is a critical necessity for more sustainable alternatives. Bioplastics offers a promising solution, as they can be biobased, biodegradable, or both. Aliphatic polyesters such as polylactide (PLA) and polycaprolactone (PCL) are examples of well-known bioplastics that show numerous advantages. However, they present some challenges associated with their use, including brittleness in the case of PLA or the fossil feedstock origin for PCL. [1]

Consequently, there is a growing interest in exploring new monomers produced from renewable feedstock. Thus, ethylene brassylate (EB) emerges as a biobased and cost-effective candidate that is widely used in cosmetics and fragrances. The Ring-Opening Polymerization of this macrolactone leads to the production of polyethylene brassylate (PEB), a polyester that exhibits promising properties and potential biodegradability. Interestingly, there are a very few examples for the production of PEB, in those, organocatalysts or metal complexes based on bismuth and sodium are used. [2]

Previous work in our research group has established a comprehensive library of complexes that are active in ROP processes using Earth-abundant metals.[3] In this study, we have extended these investigations further to produce high-molecular weight PEBs using a highly active sodium-based catalyst. Moreover, we have investigated the thermal and the mechanical behaviour of the resulting materials. Furthermore, this work represents one of the first comprehensive studies on the rheology of PEB, providing evidence for long-chain branching (LCB) polymers, significantly affecting viscoelastic response and extensional flow properties.



References

- [1] Y. Zhu, C. Romain, C.K. Williams. *Nature* **2016**, 540, 354-362.
 [2] (a) J. Fernández, J.R. Sarasua *et al.* *J Mech Behav Biomed Mater* **2016**, 64, 209-219. (b) X. Wang, H. Liu *et al.* *Polym Chem* **2021**, 12, 1975-1966.

[3] (a) M. Fernández-Millán, M.E.G. Mosquera *et al.* *Organometallics* **2020**, 39, 2278-2286. (b) C. Rentero, M.E.G. Mosquera *et al.* *Polymer* **2025**, 320, 128066.

Acknowledgements: This research was supported by the Spanish Government (PID2021-122708OB-C31 I00/AEI/10.13039/501100011033, and from the Comunidad de Madrid CM/DEMG/2024-023.

Optimización de la fabricación de hidrogeles biopoliméricos hortícolas a partir de una caracterización reológica y funcional

Carmen María Granados-Carrera¹, Víctor Manuel Perez-Puyana², Daniel Castro- Criado¹, Alberto Romero

¹ Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sevilla, 41012, Sevilla (España);

² Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte, Universidad de Sevilla, 41092, Sevilla (España)

✉ cargracar@alum.us.es

Introducción: La eutrofización de los cauces, provocada por la liberación de fertilizantes ricos en nitrógeno (N) y fósforo (P), así como por el desperdicio debido a su rápida liberación en los suelos, ha generado la necesidad de desarrollar métodos de fertilización agrícola más sostenibles. En este sentido, los sistemas biodegradables, como los hidrogeles biopoliméricos, se presenta como una alternativa prometedora [1]. Entre las materias primas empleadas, destaca el quitosano, gracias a la presencia de grupos amino que pueden actuar como fuente de nitrógeno y a su capacidad para encapsular compuestos [2]. No obstante, también se han explorado otros biopolímeros, como el alginato, conocido por su capacidad para formar sistemas superabsorbentes, contribuyendo a mitigar los efectos de la sequía [3]. En este contexto, el presente estudio evalúa la incorporación de alginato de sodio en hidrogeles de quitosano, con el objetivo de analizar su comportamiento conjunto.

Metodología: Se emplearon quitosano y alginato de sodio como biopolímeros, ácido acético como disolvente y cloruro de calcio como principal agente gelificante. El procesado se efectuó mezclando disoluciones en diferentes ratios de biopolímeros y llevando a cabo un proceso de gelificación en 2 pasos: cambio de pH seguido de una inmersión en cloruro de calcio, para optimizar las propiedades de los sistemas; analizándose la modificación de las propiedades reológicas durante dicho proceso. Así, una vez fabricados, se evaluaron sus propiedades químicas (con espectroscopía infrarroja de transformada de Fourier), mecánicas mediante ensayos reológicos (barridos de deformación, frecuencia, y rampas de temperatura), morfológicas (con microscopía electrónica de barrido) y funcionales.

Resultados y conclusiones: Los resultados confirmaron la viabilidad de combinar quitosano y alginato para formar hidrogeles, mostrándose un comportamiento predominantemente sólido, el cual se veía afectado por los procesos de gelificación por cambio de pH e inmersión. Así, finalmente, a menores tiempos de inmersión, la mezcla mejoró notablemente las propiedades mecánicas, aunque esta tendencia se revirtió con inmersiones prolongadas, reduciendo la rigidez. En cuanto a la microestructura, el quitosano presentó una morfología esponjosa con mayor porosidad conforme aumenta el tiempo de inmersión, mientras que el alginato mostró una estructura laminar. La interacción entre ambos biopolímeros modificó significativamente la capacidad de absorción de agua. En definitiva, la combinación de estos materiales da lugar a hidrogeles polielectrolíticos con propiedades ajustables, cuyas cargas superficiales influyen en su comportamiento, tratándose de alternativas para fertilización controlada y manejo hídrico.

Referencias:

- [1] Szopa, D.; Wróbel, P.; Anwajler, B.; Witek-Krowiak, A. Hydrogel Applications in Nitrogen and Phosphorus Compounds Recovery from Water and Wastewater: An Overview. *Sustainability*, 2024, 16, 6321.
- [2] Román-Doval, R.; Torres-Arellanes, S.P.; Tenorio-Barajas, A.Y.; Gómez-Sánchez, A.; Valencia-Lazcano, A.A. Chitosan: Properties and Its Application in Agriculture in Context of Molecular Weight. *Polymers*, 2023, 15, 2867.
- [3] Maksimova, Yu.G.; Shchetko, V.A.; Malsimov, A.Yu. Polymer Hydrogels in Agriculture (Review). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya* 2023, 58, 23–42.

Agradecimientos: El estudio fue financiado por el Proyecto MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. (Ref.: PID2021-124294OB-C21). Los autores quieren agradecer este apoyo.

Rheonova and EKO's contribution to rheology the development of new rheometers: 3 case studies in cosmetics, food and healthcare.

Kazuhiro Hasegawa¹, Jeremy Patarin² and Lydia Esteban Enjuto²

¹EKO Instruments, 1-21-8 Hatagaya, Shibuya-ku 151-0072, Tokyo, Japan

²Rheonova, 1 Allée de Certeze, 38610 Gières, France

Rheology is still a confidential analytical technic, and bringing rheometry out-off the lab, where it is needed, is still a big challenge. For sure rheometers bring more value than viscometers, but usability, price and data management slow down rheometer diffusion. Moreover flow curves are mostly recognized and valued, and viscoelastic properties and extensional properties are unfortunately underused outside academia. So there are still technological challenges around both hardware and applications to bring rheology in wider use in the industry, but also in healthcare, with more and more sensitive and also accessible instruments. Rheonova and Eko are working on new instruments and tools to tackle those challenges, proposing three devices connected with one major application as a example.

The first device, the FV-30 (EKO), is a cutting-edge upgrade of the former Caber (Thermo), that natively include a normal force sensor to assess the elongational viscosity and the Trouton ratio. With the ability to explore the shear thinning behavior in extension of polymer solutions, we propose a study of commercial shampoos where extensional properties are not well understood.

The second device, easyRheo (Rheonova), is a strain-controlled rheometer with a unique magnetic bearing. Just like a viscometer, the rheometer can be operated without compressed air in any environment, in factories or formulation labs. We study common consumer products texture, with an original automatic data treatment to bench very different consistencies with a unique and absolute evaluation scales like a texture analyser.

The third device is medical, Rheomuco (Rheonova), the first rheometer meant to be a medical diagnostic device^{1,2,3}. The primary targets are the patients would suffer from thick mucus related to chronic bronchitis (Severe Asthma, Cystic Fibrosis and COPD). We will present the evaluation process based on rheological properties of lung mucus, and how the treatments can modulate the mucus rheology.

References

¹ J. Ma, *et al.*, *Chest* **154.2** (2018)

² J. Patarin, *et al.*, *Scientific reports* **10.1** (2020)

³ M. Volpato, *et al.*, *Biochemical and Biophysical Research Communications* **622** (2022)

Temperature and Concentration Influence on the Behavior of a Polyurethane Foam Impregnated with a Shear-Thickening Fluid

M. Rodríguez-Lara¹, F. J. Rubio-Hernández¹, J. F. Velázquez-Navarro² J. Sánchez-Rodríguez¹

¹ Department of Applied Physics II, University of Málaga

² Department of Mechanics, Thermal, and Fluids Engineering, University of Málaga

✉ mrlrnkn@uma.es

The performance of Shear Thickening Fluids (STF) in vibration and impact absorption has been largely recognized [1]. Studies in this field suggest that embedding STFs into porous structures significantly improve its absorption properties [2,3]. We think that, in addition, negative effects derived from the temperature and concentration dependence of the STF behavior [4] could be eventually minimized. Therefore, temperature and concentration dependence of the performance for energy dissipation applications of polyurethane foams impregnated with STFs consisting of suspensions of fumed silica (R816[®], Evonik, Germany) in polypropylene glycol of low molecular weight (PPG400[®], Sigma-Aldrich, Germany) will be studied.

A modified at-home-made plate-plate geometry, which consists in the incorporation of two concentric cylinders that allow the insertion of the foam impregnated with the STF, while preventing its leakage (Figure 1), was used with a rheometer MARS III (Thermo Scientific, Germany). Oscillatory shear, creep-recovery, and squeeze tests have been programmed. Preliminary studies have confirmed that this design supplies repeatable results. The objective of this research program is to find the optimum combination of STF and foam leading to stable values of the rheological parameters.



Fig.1. Concentric cylinders geometry

References

- [1] Galindo-Rosales, F.J. *Complex fluids in energy dissipating systems*. Appl. Sci. 6 (2016)206.
- [2] Bettin, G. *Energy absorption of reticulated foams filled with shear-thickening silica suspensions*. PhD. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, U.S.A. 2005.
- [3] Galindo-Rosales, F.J.; Pires, B.; Martínez-Aranda, S.; Campo-Deaño, L. *Absorbed energy by shear thickening fluids confined in microfluidic patterns subjected to impact tests*. International Conference Flowing Matter, Porto (Portugal), 2016.
- [4] Rubio-Hernández, F.J.; Fernández Díaz, E.; Velázquez-Navarro, J.F. *Complex viscous behaviour of a hydrophilic fumed silica suspension: Temperature and particle concentration influence*. J. Molecular Liquids 359 (2022) 119349

Caracterización Reológica-Eléctrica Simultánea para la Optimización del Procesado de Nanocompuestos Conductores

Alodi Pascal, Mercedes Fernandez, Robert Aguirresarobe e Itxaso Calafel

¹ POLYMAT y Departamento de Polímeros y Materiales Avanzados: Física, Química y Tecnología. Facultad de Química, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Donostia-San Sebastián, España.

✉ alodi.pascal@polymat.eu

Hoy en día, los avances en industrias como la aeroespacial, automotriz y biomédica han impulsado un gran interés en el desarrollo de polímeros conductores. Una de las estrategias más accesibles para lograr estos materiales es la incorporación de nanocargas conductoras, como son los nanotubos de carbono (CNTs), en una matriz polimérica. La conductividad eléctrica se obtiene gracias a la generación de una red interconectada de nanocargas. Sin embargo, la generación de esta red depende, entre otras variables, de la concentración de las mismas y de la técnica de procesado empleada. Así, altos niveles de cizallado, como es el caso del procesado por inyección, da lugar a una alineación de los CNTs en la dirección del flujo y, por tanto, la ruptura de la estructura interconectada y la pérdida de conductividad. Sin embargo, el procesado mediante compresión, con bajo y nulo nivel de cizallado, permite la relajación del material y la generación de dicha estructura, obteniéndose, por tanto, un material conductor para la misma concentración de nanocargas. En el caso de la impresión 3D, sin embargo, este nivel de cizallado dependerá de las diferentes condiciones de impresión (velocidad, flujo, temperaturas, etc...). En este trabajo se ha estudiado el efecto de la cizalla en la conductividad de nanocompuestos de poli(butileno succinato-co-adipato) (PBSA) con distintas concentraciones de CNTs.

Para ello, se han realizado mediciones simultáneas de “flujo” en fundido y conductividad eléctrica. Dado la imposibilidad experimental de realizar simultáneamente ensayos de flujo y determinaciones de la conductividad, se ha aplicado una modificación de la regla de Cox-Merz, la regla de Rutger-Delaware, que permite correlacionar la viscosidad obtenida en ensayos dinámicos en régimen no lineal (LAOS) con la viscosidad obtenida en flujo estacionario.[1] De esta manera, la caracterización simultánea de los comportamientos reológicos y eléctricos han permitido delimitar las condiciones de procesado para asegurar la conductividad eléctrica en los nanocompuestos estudiados.

References

[1] D. Doraiswamy, A. N. Mujumdar, I. Tsao, A. N. Beris, S. C. Danforth, A. B. Metzner; The Cox–Merz rule extended: A rheological model for concentrated suspensions and other materials with a yield stress. *J. Rheol.* 1 May 1991; 35 (4): 647–685. <https://doi.org/10.1122/1.550184>

Rheology and Microstructure of Non-bituminous binder systems for Sustainable Roadway Construction

*Rodrigo Álvarez-Barajas, Rocío Vidal, Antonio A. Cuadri, María J. Martín-Alfonso, Pedro Partal*¹

¹ Pro2TecS-Chemical Process and Product Technology Research Centre, Department of Chemical Engineering, Universidad de Huelva, ETSI. Campus de “El Carmen”, 21071 Huelva, Spain

✉ rodrigo.alvarez@diq.uhu.es

The transition toward sustainable materials in road construction has accelerated the development of non-bituminous bio-binders derived from renewable resources. This study focuses on the rheological and microstructural characterization of innovative bio-based binders formulated from colophony resin ester, waste cooking oil, and cellulosic pulp, with a reactive isocyanate-terminated prepolymer (MDI) incorporated to enhance compatibility and promote network formation. Each component was selected for its specific contribution to the mechanical and thermal behavior of the final material.

A comprehensive rheological evaluation was conducted using standardized oscillatory and steady shear tests to assess the viscoelastic and flow behavior of the binders under conditions relevant to asphalt processing and performance. Measurements covered a broad temperature and frequency range, ensuring accurate characterization within the linear viscoelastic region. Comparative tests with conventional bitumen were also performed to contextualize the thermal and mechanical performance of the bio-based formulations.

Complementary chemical and microstructural analyses were employed to support the interpretation of viscoelastic behavior and phase distribution. Binder consistency, thermal susceptibility, and aging resistance were further evaluated in accordance with European and American specifications for paving applications.

This work aims to provide a rheology-centered framework for understanding the performance of non-bituminous binders and highlights their potential as environmentally responsible alternatives to conventional bitumen in asphalt applications.

Hidrogeles dinámicos para impresión 3D: comprendiendo el proceso

*Itziar Insua*¹, *Itxaso Calafel*¹, *Robert Aguirresarobe*¹, *Juliana Nunes*², *Damien Dupin*² y *Mercedes Fernández*¹

¹ POLYMAT y Departamento de Polímeros y Materiales Avanzados: Física, Química y Tecnología. Facultad de Química, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Donostia-SS. España.

² CIDETEC. Basque Research and Technology Alliance (BRTA). Donostia-SS. España.

✉ *itziar.insua@ehu.eus*

Los hidrogeles poliméricos están ganando cada vez más atención en el campo de la medicina regenerativa debido a su biocompatibilidad y propiedades modulables. La incorporación de enlaces dinámicos en la estructura del hidrogel abre nuevas posibilidades de mejorar su adaptabilidad y respuesta. Un ejemplo destacado de estos enlaces, son los enlaces tiol-disulfuro. Gracias a estos, los hidrogeles dinámicos son capaces de reconstruirse (autorepararse) después de haber sido expuestos a condiciones de procesamiento que causan la ruptura de su estructura. [1] Así, esta nueva química dinámica es capaz de conferir al material buenas propiedades mecánicas, capacidad de responder a estímulos externos y, al mismo tiempo, un comportamiento de “shear- thinning” durante la extrusión del material. Estas características hacen que estos materiales sean adecuados para ser procesados mediante manufactura aditiva. [2][3]

En este contexto, el presente estudio se enfoca en entender la respuesta de hidrogeles formulados con ácido hialurónico funcionalizado con grupos tioles y poli(etilén glicol) (PEG) de 4 brazos, además de incorporar una coordinación metálica para favorecer sus propiedades dinámicas. El objetivo es analizar cómo el tipo de átomo o ion metálico influye en la dinamicidad de estos hidrogeles, buscando mejorar su idoneidad para la impresión 3D. La caracterización reológica de las muestras demostró que, aunque la red de hidrogel muestra una notable estabilidad en reposo, adopta un estado predominantemente líquido cuando se somete a deformaciones superiores a umbral crítico. Esta transición es necesaria para su imprimibilidad. Asimismo, se ha observado que la respuesta reológica global del gel varía según sean el tipo de interacciones que gobiernen la dinámica molecular (dinámicas covalentes o dinámicas de coordinación). La reología oscilatoria de gran amplitud (LAOS) ha permitido confirmar el comportamiento de sólido blando y de autorreparación de la red dinámica. Asimismo, los experimentos de superposición, que combinan medidas dinámicas (oscilatorias) y de flujo en cizalla, han facilitado la identificación y cuantificación de cómo el flujo acelera los modos de relajación de la red.

Referencias

- [1] V. T. Tran, M. T. I. Mredha, J. Y. Na, J. K. Seon, J. Cui, and I. Jeon, “Multifunctional poly(disulfide) hydrogels with extremely fast self-healing ability and degradability,” *Chem. Eng. J.*, vol. 394, p. 124941, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.CEJ.2020.124941.
- [2] M. M. Zegota *et al.*, “Dual Stimuli-Responsive Dynamic Covalent Peptide Tags: Toward Sequence-Controlled Release in Tumor-like Microenvironments,” *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 143, no. 41, pp. 17047–17058, Oct. 2021, doi: 10.1021/JACS.1C06559/SUPPL_FILE/JA1C06559_SI_001.ZIP.

- [3] L. A. Pérez, R. Hernández, J. M. Alonso, R. Pérez-González, and V. Sáez-Martínez, “Granular Disulfide-Crosslinked Hyaluronic Hydrogels: A Systematic Study of Reaction Conditions on Thiol Substitution and Injectability Parameters,” *Polymers (Basel)*, vol. 15, no. 4, p. 966, Feb. 2023, doi:10.3390/polym15040966.

On the measurement of linear viscoelastic moduli. A comparison between oscillatory (shear and squeeze) tests

F. J. Rubio-Hernández¹, M. Rodríguez-Lara¹, J. F. Velázquez-Navarro², J. Sánchez-Rodríguez¹

¹Department of Applied Physics II, University of Málaga

²Department of Mechanics, Thermal, and Fluids Engineering, University of Málaga

✉ jesanrod@uma.es

An essential task in the study of the linear viscoelastic behavior in structured liquids is the determination of the G' and G'' moduli, since they provide information about which part of the material response under load is due to its elastic and viscous part, respectively [1]. Traditionally, to measure these parameters, an oscillating shear is applied to a small sample contained between a fixed flat plate and a geometry which, when rotated, generates a controlled shear with a predefined amplitude and frequency. Another approach is explored in this work consisting in applying an oscillating load to the sample perpendicular axis or, in other words, "squeezing" it. From this method both moduli can be derived from the experimental force and deformation data [2], allowing the comparative between methods.

The values obtained from these two methods show an excellent agreement, opening the possibility of extending the study of linear viscoelasticity to materials that, due to their characteristics (e.g. suspensions with large particles in suspension, semi-solids, etc.) are difficult to measure adequately in rotational rheometers.

References

- [1] Barnes, H. A., Hutton, J. F., & Walters, K. (1989). *An introduction to rheology* (Vol. 3). Elsevier.
- [2] Bell, D., Binding, D. M., & Walters, K. (2006). The oscillatory squeeze flow rheometer: comprehensive theory and a new experimental facility. *Rheologica acta*, 46(1), 111-121.

Structured Biopolymer Networks with Tunable Rheology: Application in Algae Oil Emulgels

María Vela-Albarrán¹, Jenifer Santos², Nuria Calero¹, Francisco Carrillo¹, Luis A. Trujillo-Cayado¹

¹ Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla, c/Virgen de África, 7, 41011 Sevilla, Spain

² Departamento de Ciencias de La Salud y Biomédicas, Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad Loyola Andalucía, Avda. de Las Universidades S/N, Dos Hermanas, 41704 Sevilla, Spain

✉ *mvela1@us.es*

The present study investigates the rheological behaviour and structural properties of phycocyanin–psyllium dispersions, and their application in algae oil emulgels. The dispersions exhibited shear-thinning behaviour and elastic dominance ($G' > G''$), with viscosity increasing with psyllium but decreasing with phycocyanin. The employment of response surface methodology has facilitated the modelling and optimisation of viscoelastic properties. FESEM analysis confirmed the presence of denser networks in psyllium-rich systems. The emulsions exhibited enhanced stability, with phycocyanin demonstrating a reduction in droplet size and psyllium enhancing gel strength. As demonstrated by the Zeta potential and Turbiscan tests, there is clear evidence to suggest that blends of biopolymers have been shown to exhibit enhanced stability. These systems offer clean-label, sustainable solutions for food and pharmaceutical applications. [1].

References

- [1] Vela-Albarrán, M., Santos, J., Calero, N., Carrillo, F., & Trujillo-Cayado, L. A. (2025). Phycocyanin-Psyllium Gel Systems: Rheological Insights and Functional Applications in Algae Oil Emulgels. *Food and Bioprocess Technology*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-03834-5>

Comportamiento bajo campo eléctrico de biolubricantes electrorreológicos en ensayos de compresión

Samuel D. Fernández-Silva¹, María García-Pérez¹, Claudia Roman¹, Miguel A. Delgado-Canto¹, Moisés García-Morales¹.

¹ Centro de investigación Pro²TecS. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Ciencia de los Materiales. Universidad de Huelva.

✉ samuel.fernandez@diq.uhu.es

La conformación de estructuras inducidas por el campo eléctrico en biolubricantes con propiedades electrorreológicas lleva a hipotetizar que la fina película formada en el contacto tribológico podría tener una capacidad mejorada para soportar cargas. Con el fin de analizar tal efecto, se realizaron ensayos “*squeeze flow*” para evaluar la resistencia que opone el fluido al ser comprimido entre dos platos paralelos electrificados. Se estudiaron dispersiones de nanocelulosa cristalina (CNC), y dos nanoarcillas, una montmorillonita organomodificada (Cloisite 15A) y una sepiolita (Pangel B20) en aceite de ricino, en concentraciones del 0.5 al 10 % (p/p), que se midieron en ausencia y presencia de voltaje (300 V). La velocidad de compresión aplicada entre los dos platos paralelos, comenzando desde una separación inicial de 0.3 mm para las nanoarcillas y de 0.5 mm para CNC, fue de 0.5 $\mu\text{m/s}$. El ensayo se detuvo al alcanzarse un valor límite de fuerza axial (normal) de 20 N.

Durante estos ensayos se observó que el fluido ofrecía una respuesta normal, en la que el esperado incremento de fuerza normal aparecía a distancias entre platos crecientes con el campo eléctrico aplicado y con la concentración de la dispersión. Dicho comportamiento se alejaba cada vez más del observado para el aceite de ricino, fluido newtoniano y no electrorreológico, usado como muestra de contraste. Además, se ha encontrado que la distancia entre platos, a la que se tiene una tasa de crecimiento de fuerza normal, arbitrariamente establecida, de 0.2 N/ μm para CNC, y de 0.15 N/ μm para Cloisite 15A y Pangel B20, presenta una dependencia lineal con la concentración de nanocelulosa y nanoarcillas (en el primer caso, con dos pendientes diferenciadas).

Por otro lado, mediante microscopía óptica, se confirmó la ausencia casi total de nanopartículas en el fluido expulsado durante la compresión bajo la acción de campo eléctrico. Igualmente, se obtuvieron evidencias concluyentes en cuanto a la acumulación de nanocelulosa y nanoarcillas en la zona de compresión cuando se aplicaba un campo eléctrico. A este hecho, se le atribuye la mejora de la capacidad de soporte de carga de estos biolubricantes con propiedades electrorreológicas, observado a través de ensayos tribológicos en contactos electrificados.

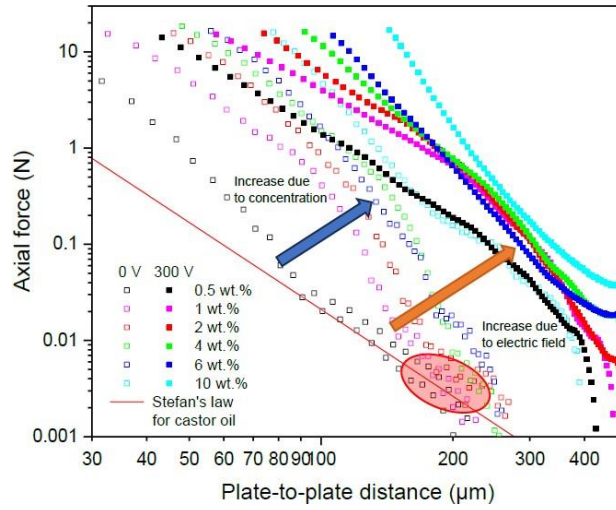


Fig. 1. Evolución de la fuerza normal con la distancia entre platos en ensayos de compresión para dispersiones de CNC en aceite de ricino a varias concentraciones entre 0 y 10 % (p/p), en ausencia de campo eléctrico y a 300 V.

Caracterización Avanzada de Materiales Inteligentes con Reología y DMA.

Fernando Lucen Montalvo

¹ Anton Paar, Spain Anton Paar Spain S.L.U. Camino de la Fuente de la Mora, 9
28050 Madrid. Spain

✉ *fernando.lucena@anton-paar.com*

En este trabajo se evaluarán los ensayos de TTS (time-temperature superposition) en un amplio rango de temperaturas y frecuencias, enfatizando la importancia de una configuración adecuada del reómetro y del sistema de medición.

Se destacan las limitaciones impuestas por la complianza torsional y la inercia del instrumento, especialmente en muestras muy rígidas o blandas y en frecuencias elevadas.

Se analizan estrategias para minimizar estos efectos, como el uso del modo SMT (Separate Motor Transducer) y la corrección individual de la complianza.

Se presentan resultados comparativos que confirman la fiabilidad del enfoque propuesto, y se concluye que el dominio de estos factores permite realizar mediciones precisas en adhesivos sensibles a la presión, termoplásticos, asfalto y otros materiales.

Microstructure, Rheology, and Stability of Monoglyceride Oleogel-in-Water Emulsions Stabilized with Chickpea Protein

Yolanda López González¹, José Manuel Aguilar¹, Antonio Guerrero¹

¹Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla
(España)

✉ ylopez1@us.es

In recent years, there has been increasing interest in the development of healthier foods, driven by consumers who are more aware of the impact of diet on health and wellbeing. Functional foods, that are those containing bioactive compounds, are gaining relevance. However, the industrial application of these compounds is often limited by factors such as their low bioavailability, biostability, and undesirable sensory attributes [1]. Encapsulation via emulsification offers a promising solution to protect these compounds and control their release [2, 3]. One effective strategy to improve emulsion stability is gelation of one or more phases, which can reduce droplet coalescence, balance viscosities, and enhance structural integrity.

In this study, oil-in-water emulsions were formulated using oleogels structured with monoglycerides as the dispersed phase, chickpea protein concentrate (CPPC) as a plant-based emulsifier, and xanthan gum as stabilizer. Nine systems were prepared, varying CPPC concentration (1.5, 3, and 4%) and oleogel content (20, 30, and 40%), containing 3% monoglycerides. Emulsions were characterized by droplet size distribution measurements and stability, through Multiple Light Scattering analysis (monitored over 31 days). The rheological behavior of each emulsion was determined through frequency sweeps and flow curves. Also, the microstructure of the samples was examined using a confocal spectral laser scanning microscope. All systems exhibited shear-thinning behavior and gel-like viscoelastic profiles ($G' > G''$), more pronounced at higher CP and oleogel levels. Droplet size analysis showed that higher protein concentrations led to smaller and more stable droplets, while high oleogel content slightly compromised stability over time. Microphotographs confirmed the results obtained. The outcomes highlight the potential of combining plant proteins and oleogel structuring to create stable emulsions suitable for the encapsulation of bioactive compounds in functional food applications.

References:

- [1] Li-Chan, E.C.Y. (2015). Bioactive peptides and protein hydrolysates: Research trends and challenges for application as nutraceuticals and functional food ingredients. *Curr. Opin. Food Sci.* 1, 28-37.
- [2] López C., A.F., Deladino, L., Navarro, A.S., and Martino, M.N. (2012) Encapsulación de compuestos bioactivos con alginatos para la industria de alimentos. *Cienc. tecnol. aliment.* 10, 18-27.
- [3] Muschiolik, G., and Dickinson, E. (2017) Double Emulsions Relevant to Food Systems: Preparation, Stability and Applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 16, 532-555.

Propiedades reológicas de polímeros mediante experimentos de torsión dinámica y reometría extensional

Mireya Alcón Villaraco,^{1,3} Mercedes Fernández,² Juan Francisco Vega³

¹Universidad de Alcalá, Facultad de Farmacia, Ctra. Madrid-Barcelona (Autovía A2) Km. 33,600 28805 Alcalá de Henares, Madrid

²POLYMAT, Departamento de Polímeros y Materiales Avanzados, Facultad de Química UPV/EHU, Paseo Manuel de Lardizabal, 3, 20018 Donostia-San Sebastián

³BIOPHYM, Instituto de Estructura de la Materia-CSIC, c/ Serrano 113 bis, 28006 Madrid

✉ *mireya.alcon@edu.uah.es*

Se han determinado las propiedades reológicas de diversos polímeros mediante ensayos en los regímenes lineal (SAOS), no lineal (LAOS) y de flujo extensional, con el objetivo de evaluar su comportamiento viscoelástico y distinguir entre estructuras lineales y ramificadas. En los ensayos SAOS (Small Amplitude Oscillatory Shear), se aplicaron pequeñas deformaciones para obtener el módulo elástico de almacenamiento, el módulo viscoso de pérdida y la viscosidad compleja, parámetros que permiten clasificar los polímeros según su grado de ramificación. El ensayo LAOS (Large Amplitude Oscillatory Shear) permitió caracterizar el comportamiento viscoelástico no lineal bajo grandes deformaciones a distintas frecuencias angulares. Por último, el ensayo de flujo extensional, donde se aplica una deformación longitudinal, proporcionó la viscosidad extensional, altamente sensible a la ramificación de cadena larga. A partir del análisis de los resultados y la variación de la viscosidad con la temperatura, se determinó la energía de activación asociada a la relajación de cada polímero. Este estudio ofrece herramientas avanzadas para la caracterización de polímeros y resulta especialmente útil para evaluar su degradación, viabilidad y potencial en procesos de reciclaje más eficientes.

High-Performance Phase Change Emulsions for Sustainable Refrigeration

Adrián Tenorio-Alfonso¹, Antonio Guerrero², Francisco Javier Navarro²

¹ Pro2TecS-Chemical Product and Process Technology Research Centre, Department of Chemical Engineering, Physical Chemistry and Materials Science, University of Huelva, 21071, Huelva, Spain

² Department of Chemical Engineering, Universidad de Sevilla, Escuela Politécnica Superior, Calle Virgen de África, 7, Sevilla 41011, Spain

✉ adrian.tenorio@diq.uhu.es

The demand for efficient cold Thermal Energy Storage (TES) systems is rising due to global energy needs in refrigeration and cold logistics [1-2]. Phase Change Emulsions (PCEs) offer advantages like high energy density and low pumping power requirements, though water-based systems suffer from freezing instability [3]. This study develops anhydrous PCEs using *D*-Limonene/PEG400/SiO₂ nanoparticles, with varying PEG400 volume fractions (0.7-74.4 vol%). The prepared PCEs were characterized through thermal, microstructural, and rheological experiments. According to the results, higher PEG400 additions increased Sauter diameters, while establishing a constant emulsifier content, beside enhancing their thermal damping ability. Above 15 vol%, formulations showed improved thermal stability and storage capacity, but phase inversion occurred beyond 52.4 vol%. Despite some microstructural instability, the formulate PCEs maintained appealing thermal and rheological properties, highlighting their potential for sustainable cold TES applications.

**Resúmenes de las comunicaciones en forma de
PÓSTER**

PO1

Rheological Design of Functional Emulgel Systems Using Phycocyanin and Chia Mucilage

María Vela-Albarrán¹, Nuria Calero¹, Francisco Carrillo¹, Luis A. Trujillo-Cayado¹

¹ Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla, c/Virgen de África, 7, 41011 Sevilla, Spain

✉ mvela1@us.es

This study investigates the rheological and interfacial properties of oil-in-water emulsions stabilized by phycocyanin, chia mucilage, and their 50:50 mixture. Interfacial rheology revealed that phycocyanin forms viscoelastic films over time, while chia mucilage adsorbs faster but exhibits lower moduli. Emulsions stabilized with phycocyanin showed smaller droplet sizes (1.5 μm) but lower viscosity, whereas chia-based systems yielded larger droplets (4.4 μm) with enhanced viscoelasticity ($k = 0.174 \text{ Pa}\cdot\text{s}^n$, $n = 0.37$). The mixed system provided intermediate droplet sizes and rheological behavior. Ultrasonication improved droplet size distribution, and stability tests confirmed that chia mucilage enhanced resistance to creaming. The combined system balanced protein-driven emulsification with polysaccharide-induced structuring, forming stable emulgel-like systems. These findings highlight the complementary functionalities of protein-polysaccharide biopolymers for designing sustainable emulsions with food and cosmeceutical applications [1].

References

- [1] Vela-Albarrán, M., Calero, N., Carrillo, F., & Trujillo-Cayado, L. A. (2025). Dual biopolymer systems for structuring oil-in-water emulsions: Engineering insights into phycocyanin–chia mucilage mixtures. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2025.06.002>

PO2**BoB-GUI: Interfaz para crear bases de datos de propiedades reológicas***Carlos García¹; Javier Ramos¹; Juan Francisco Vega¹*¹Instituto de Estructura de la Materia✉ *carlos.garcia@iem.cfmac.csic.es*

Este estudio presenta una metodología computacional para generar de una base de datos de propiedades reológicas en materiales poliméricos complejos, empleando el programa BoB (Branch-on-Branch) [1]. Esta herramienta simula estructuras poliméricas ramificadas y lineales, calculando propiedades reológicas lineales como los módulos de almacenamiento (G') y de pérdida (G''), los módulos de relajación (G), viscosidad compleja (η^*), etc. Con el fin de mejorar la generación de datos y simplificar la exploración de diferentes arquitecturas moleculares (lineales, estrelladas, en H...), se desarrolló una interfaz gráfica que permite simular de manera simultánea los polímeros con diferentes pesos moleculares, conformando una base de datos destinada a alimentar otros programas como pyRheo, que ajustan modelos viscoelásticos mediante técnicas de inteligencia artificial [2].

Como antecedente metodológico, se consideró el trabajo de Li et al. [3], que combina simulaciones moleculares con aprendizaje automático para predecir la viscosidad de nanocompuestos poliméricos. Para este contexto, la base de datos generada por BoB se puede utilizar como punto de partida para entrenar modelos predictivos aplicables al análisis reológico de materiales poliméricos.

Referencias

- [1] Das, C., Read, D. J., & T.C.B. McLeish. (2008). *Manual BoB-2.3*.
- [2] Miranda-Valdez, I. Y., Niinistö, A., Mäkinen, T., Lejon, J., Koivisto, J., & Alava, M. J. (2025). *pyRheo: An open-source Python package for complex rheology*. <https://doi.org/10.1039/d5dd00021a>.
- [3] Li, H., Tian, H., Chen, Y., Xiao, S., Zhao, X., Gao, Y., & Zhang, L. (2023). Analyzing and Predicting the Viscosity of Polymer Nanocomposites in the Conditions of Temperature, Shear Rate, and Nanoparticle Loading with Molecular Dynamics Simulations and Machine Learning. *Journal of Physical Chemistry B*, 127(15), 3596–3605. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.3c01697>.

PO3

Rheological and water absorption behaviour of biobased thermosets for coating applications

E. Cortés-Triviño¹, S. Fernández-Prieto², I. Martínez¹, J.M. Franco¹

¹ Pro2TecS-Chemical Product and Process Technology Centre, University of Huelva, 21071 Huelva, Spain

² Brussels Innovation Center, Procter and Gamble Services Company NV, 1853 Strombeek Bever (Belgium).

✉ esperanza.cortes@diq.uhu.es

The increasing environmental concerns and the depletion of fossil resources have driven Society to investigate in-depth the development of sustainable alternatives to petroleum-based materials. One promising approach is the production of thermosetting polymers from renewable resources, which can substitute conventional petroleum-based resins in applications such as packaging, construction materials or electronic encapsulation [1], where sustainable alternatives are urgently needed [2]. In this context, vegetable oils have been widely investigated for the synthesis of novel bio-based polymeric materials in different application fields, offering sustainable solutions without compromising high-performance properties [3].

In this work, novel thermosetting materials were synthesized using vegetable oils and bio-based crosslinking, giving rise to the formation of a well-defined crosslinked network, which was monitored by means of FTIR tests and differential scanning calorimetry. Moreover, given the importance of moisture stability in many applications, we evaluated the interaction of these bio-based materials with humidity, which can significantly affect their mechanical properties and long-term stability. Thus, both dynamic vapor sorption (DVS) analysis and a comprehensive rheological characterization of these materials was carried out under different relative humidity conditions. The results demonstrate that these sustainable thermosetting materials exhibit tunable moisture resistance, making them promising candidates for protective coatings in high-humidity environments.

References

- [1] Y., Kotb, A., Cagnard, K.R., Houston, S.A., Khan, L.C., Hsiao, & O.D., Velev. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2022, 608, 634-643.
- [2] T., Vidil, F., Tournilhac, S., Musso, A., Robisson, & L., Leibler. *Progress in Polymer Science*, 2016, 62, 126-179.
- [3] V., Sharma, & P.P., Kundu. *Progress in polymer science*, 2006, 31(11), 983-1008.

PO4

Propiedades viscoelásticas de nuevos compuestos para FDM

B. *Combarro*^{1*}, M. José *Abad*¹, A. *Ares-Pernas*¹

¹ Universidade da Coruña, Campus de Industrial de Ferrol, CITENI, Grupo de Polímeros, Campus de Ferrol 15403, Ferrol, Spain

✉ beatriz.csouto@udc.es

De las técnicas de impresión 3D más populares la deposición de filamento fundido, es la más extendida, sin embargo, su uso en aplicaciones exigentes está limitada por la disponibilidad de materiales con diversas funcionalidades. El desarrollo de compuestos poliméricos de matriz termoplástica, que sean adecuados para impresión FDM, permitirá aumentar las opciones disponibles. Si además se incorporan biorrellenos con bajo impacto medioambiental, los desarrollos permitirán obtener materiales de altas prestaciones respetuosos con el medio ambiente. Para obtener este objetivo, las propiedades viscoelásticas de los compuestos resultan clave para asegurar la facilidad de impresión del filamento en su aplicación final.

En este contexto, en este trabajo se presentan el estudio de las propiedades viscoelásticas de compuestos basados en matrices termoplásticas y materiales lignocelulósicos de distinta procedencia. El objetivo es seleccionar aquellas formulaciones con un comportamiento viscoelástico adecuado para la extrusión de filamento y su impresión en FDM. Se optimizará el origen y la cantidad de biorrelleno y se analizará la respuesta viscoelástica, así como las propiedades macroscópicas resultantes.

Referencias:

- [1] Silvia Lage-Rivera, Ana Ares-Pernas, M. Sonia Dopico-Garcia, José Covas, María-José Abad, Comparing lignin and spent coffee grounds as bio-fillers in PLA-printable filaments. *Polymer Composites*, 2024; 45, 14566-14579.

PO5

Correlating rheological with adhesive properties of waterborne acrylic pressure-sensitive adhesives

Marc Frederic Malter¹, Maria Paulis¹, José R. Leiza¹

¹ POLYMAT, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibersitatea (UPV/EHU), Avda. Tolosa 70, 20018 Donostia / San Sebastián.

✉ marcfrederic.malter@ehu.eus

Pressure-sensitive adhesives (PSAs) based on acrylic polymers are widely used in applications ranging from medical devices to industrial tapes, where a delicate balance of tack, peel strength, and shear resistance is essential. The performance of these materials is governed not only by their bulk viscoelastic behavior but also by their microstructure and morphology, which arise from synthesis conditions and formulation strategies. [1][2] Given the complex nature of the adhesion process, directly predicting adhesive performance from rheological measurements remains challenging. However, it is generally observed that tack and peel behavior are more closely related to the adhesive's high-frequency rheological properties, whereas shear strength is predominantly influenced by its low-frequency response. [3]

Two different copolymer formulations were synthesized via emulsion polymerization, using on the one hand alkali-soluble resin (ASR) to stabilize the polymer particle with a polymeric surfactant, and generating an in-situ tackifier to modify the adhesive properties on the other hand. Rheological characterization was conducted using oscillatory shear measurements (strain, frequency and temperature sweeps), whereas adhesive properties were evaluated using standard probe tack, 180° peel adhesion and shear resistance tests. Morphological insights, evaluated by Atomic Force Microscopy (AFM) show the difference arising from the different polymerization process, resulting in a drastic difference in adhesive properties.

By integrating rheological and morphological data, this study offers a comprehensive framework for predicting and tuning the adhesive properties of acrylic PSAs through targeted formulation and synthetic route.

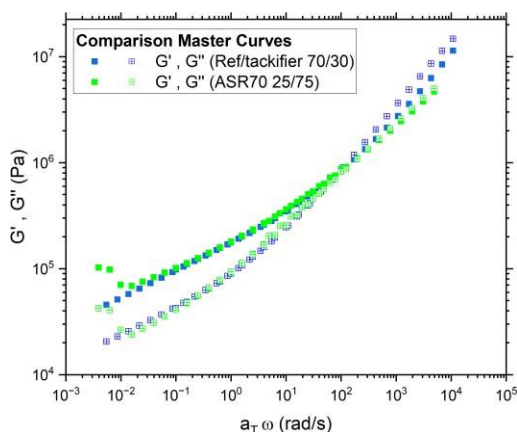


Fig.1. Comparison of master curves of two different synthesized latexes, presenting different adhesive properties.

References

- [1] N. Ballard, *Polym. Int.*, 2023, 73, 75–87
- [2] C. Tan et al., *International Journal of Adhesion & Adhesives* 66, 2016, 104–113
- [3] F. Deplace, *The Journal of Adhesion*, 2009, 85:18–54,

PO6

Estudio microreológico de disoluciones de polisacáridos para el diseño de lágrimas artificiales.

Javier Hernández Blanco,^{1,2} Andrés Cardil,² Juan Francisco Vega²

¹Facultad de Ciencias - Universidad de Valladolid (Cie-UVa), Pº de Belén 7, 47011 Valladolid

²BIOPHYM, Instituto de Estructura de la Materia-CSIC, c/ Serrano 113 bis, 28006 Madrid

✉ javier.hernandez.blanco22@estudiantes.uva.es

Se ha llevado a cabo un estudio de microreología mediante técnicas de dispersión dinámica de luz (DLS) en disoluciones de dextrano, celulosa y algunas de sus mezclas, con el objetivo de caracterizar su viscosidad y compararla con la de las lágrimas humanas y colirios comerciales. Este enfoque a microescala resulta especialmente relevante, ya que se basa en la dispersión de la luz de un haz láser provocada por nanopartículas añadidas al sistema. El análisis del movimiento browniano de estas nanopartículas permite inferir la viscosidad del medio: a mayor viscosidad, menor movilidad de las partículas.

Este método ofrece una herramienta sensible para investigar las interacciones intermoleculares, responsables del incremento de viscosidad con la concentración, tanto en soluciones puras como en mezclas. Además, estos métodos reológicos son de gran importancia en el desarrollo de este tipo de productos, ya que las propiedades viscoelásticas juegan un papel fundamental en el ojo humano, donde las lágrimas están sometidas a intensos esfuerzos de cizalla durante el parpadeo. La aplicación de estos estudios podría contribuir al diseño y fabricación de lágrimas artificiales más eficaces, con el potencial de mejorar la calidad de vida de personas afectadas por enfermedades relacionadas con alteraciones en las propiedades reológicas de las lágrimas.

PO7

Elastómeros termoplásticos vulcanizados para baterías: determinación de la viscosidad elongacional.

*Calafel, M. Itxaso¹, Aguirresarobe, Robert¹, Fernandez, Mercedes¹, Burgoa, Aizeti²,
and Garitaonandia, Felipe².*

¹ POLYMAT and Faculty of Chemistry (UPV/EHU), Avda. Tolosa 72, 20018, Donostia-San Sebastian, Guipuzkoa, Spain.

²Leartiker S. Coop, Xemein Etorbidea, 12-A E-48270, Markina-Xemein, Bizkaia, Spain

✉ mercedes.fernandez@ehu.eus

Muchos de los retos actuales de la industria de la UE, desde la generación de energía hasta la ecologización del transporte, requieren nuevos materiales poliméricos cuyas propiedades puedan adaptarse fácilmente a cada demanda específica. En este contexto, los vehículos eléctricos e híbridos exigen nuevas soluciones que atiendan al hinchamiento de las celdas durante cada ciclo de carga y descarga y a consiguientes aumentos de presión¹. Una de esas soluciones contempla la sustitución (total o parcial) de las placas de compresión tradicionales de aluminio por placas de compresión fabricadas con materiales elastoméricos termoplásticos (TPE), de modo que la presión se mantenga homogénea y constante durante toda la vida útil del sistema. Los elastómeros termoplásticos (TPE), que combinan de forma única las características de los termoplásticos y los elastómeros, son un material de gran interés debido a su reciclabilidad, baja densidad, flexibilidad para diseños multimaterial y facilidad de procesamiento mediante tecnologías tradicionales como el moldeo por inyección. Sin embargo, es sabido que el procesamiento influye significativamente en la morfología de fases del material y, por tanto, en las propiedades finales².

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es comprender mejor el efecto de las condiciones de procesamiento en las propiedades reológicas que determinan la morfología final del sistema, haciendo especial hincapié en la componente elongacional.

Referencias

¹T. Deich, S.L. Hahn, S. Both, K.P. Birke and A. Bund, *J. Energy Storage*, 28, 101192 (2020).

² Burgoa, A., Arriaga, A., Badiola, J. H., Ibarretxe, J., Iturrondobeitia, M., Martinez-Amesti, A., & Vilas, J. L., *Polymer International*, 72(5), 508 (2023).

P08

Propiedades mecánicas de los biofilms en ambientes extremos: importancia microbiológica

*Virginia Souza-Egipsy*¹, *Angeles Aguilera*², *Juan F. Vega*¹

¹ Instituto Estructura del Materia CSIC ² Centro de Astrobiología CSIC-INTA

✉ virginia.souza-egipsy@csic.es

Para este estudio se recolectaron diferentes biofilms presentes en las aguas de pH ácido del cauce alto del Río Tinto (Huelva). Queríamos comprender la relación estructura-función de varios biofilms y hemos combinado el estudio de la microestructura mediante microscopía electrónica de barrido de baja temperatura (LTSEM) con el estudio de sus propiedades reológicas. Los resultados del experimento de recuperación de fluencia mostraron que estos biofilms tienen el comportamiento típico de los materiales viscoelásticos que combinan características elásticas y viscosas. La visualización mediante LTSEM y la caracterización reológica de los biofilms revelaron que la densidad de la red aumenta en los biofilms bacterianos y es más baja en los biofilms de protistas fotosintéticos como *Euglena mutabilis*. Esto significa que, en estas últimas, existe una menor densidad de interacciones, lo que sugiere que el sistema en su conjunto experimenta una mayor movilidad bajo tensión mecánica externa. Las muestras con los módulos dinámicos más altos (*Leptospirillum–Acidiphilium*, *Zygnemopsis*, *Chlorella* y *Cyanidium*) mostraron el comportamiento típico de adelgazamiento por deformación, mientras que los biofilms de Pinoraría y *Euglena* mostraron una reacción de engrosamiento viscoso. La estructura de filamentos flotantes en la corriente que forman las algas verdes del género *Zygnemopsis sp.* es la que presenta la mayor energía de cohesión y ha mostrado una mayor resistencia a la deformación. Esto sugiere que los biofilms deben considerarse sistemas viscoelásticos blandos cuyas propiedades están determinadas por las características de los organismos principales y las propiedades de las sustancias poliméricas extracelulares que les mantienen unidos. Esto tiene importantes implicaciones en la ecología de estos microorganismos extremófilos.

P09

Reología aplicada a la economía circular de recursos naturales

José Muñoz¹, M. Carmen Alfaro-Rodríguez¹, Nuria Calero¹, Luis A. Trujillo-Cayado¹, Francisco Carrillo¹, M. Carmen García¹, María Vela y Albarrán¹, Fátima Vela-Benavides¹

¹Escuela Politécnica Superior. Universidad de Sevilla

✉ jmunoz@us.es

El objetivo de esta comunicación es mostrar la capacidad de mentoría del Grupo de Investigación TEP-943. Reología Aplicada y Tecnología de Coloides de la Universidad de Sevilla. Nuestra misión incluye la colaboración con otros grupos nacionales de la misma Universidad de Sevilla (ej: TEP-133, TEP-229, AGR-21) y otros OPIs y empresas privadas, así como fomentar la colaboración internacional (ej: Universidades de la Calabria, Lisboa, Buenos Aires, Santiago de Chile).

Presentamos una metodología basada en Ingeniería del Producto. Se destaca el uso de subproductos de recursos naturales de origen vegetal, de frutos o animal consiguiendo un aumento de su valor añadido. La Ingeniería del Producto implica una optimización de la formulación y del proceso de obtención de un producto que debe tener las propiedades en servicio deseadas, Usamos a) optimización mediante superficies de respuesta y b) estudios sistemáticos de influencia de variables de estudio seleccionadas.

Se ilustra el uso de técnicas de mezclado, homogeneización rotor/estator, homogeneización por válvula a presión, ultrasonido, microfluidización y liofilización para la preparación de una amplia variedad de productos, que son objeto de una caracterización reológica exhaustiva en función de sus características. Las técnicas complementarias a la reología incluyen difracción láser para determinación de la distribución de tamaños de partículas, barridos de retrodispersión de luz para determinación no intrusiva de la cinética de desestabilización de dispersiones, tensiometría superficial e interfacial, con capacidad de determinar módulos viscoelásticos dilatacionales, microscopía óptica (campo claro, contraste de fases y luz polarizada), Las técnicas de microscopía láser confocal de barrido, microscopía electrónica y DLS (dispersión de luz dinámica) para determinación de potencial Z y tamaños de partículas inferiores a 100 nm están disponibles en los Servicios Centrales de Investigación. La información cooperativa aportada por el conjunto de estas técnicas permite una interpretación fiable de los resultados reológicos fundamentalmente obtenidos con reómetros rotacionales. Las técnicas más usadas son las de SAOS, fluencia lineal y no lineal, curvas de flujo, reología interfacial en cizalla y ocasionalmente superposición paralela de cizalla continua y oscilatoria y LAOS. El uso óptimo de estas técnicas experimentales, el análisis e interpretación de resultados implica un entrenamiento completo de los usuarios, en su mayoría jóvenes y entusiastas reólogos

Se hacen referencia a resultados a) del proyecto Proy Excel_00426(PAIDI) que desarrolla emulgeles alimentarios de alta estabilidad y reología ajustable que incluyen fibras cítricas o derivadas de semilla de lino b) del Proy. TED2021-131246B-I00 sobre emulgeles con extractos de microalgas y mucílago y c) de proyectos anteriores en los que se destaca la utilidad de diversos ensayos reológicos.

Se agradece la financiación recibida de la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento, y Universidades de la Junta de Andalucía (Project ProyExcel_00426) y Ministerio de Innovación y Ciencia (Gobierno de España) y Programa FEDER, Comisión Europea (Proy. TED2021-131246B-I00).

P10

Líneas de investigación en reología del grupo BIOPHYM

Juan Francisco Vega, Javier Ramos

BIOPHYM, Instituto de Estructura de la Materia-CSIC, c/ Serrano 113 bis, 28006
Madrid

✉ jf.vega@csic.es; j.ramos@csic.es

El grupo BIOPHYM desarrolla su actividad en torno a varias líneas de investigación centradas en el estudio de las propiedades reológicas de materiales complejos, tanto sintéticos como de origen biológico, mediante técnicas avanzadas de reología lineal y no lineal.

1. **Polímeros sintéticos industriales:** En colaboración con empresas del sector, nos enfocamos en el análisis de poliolefinas con distintos niveles de ramificación. Estudiamos su comportamiento lineal y no lineal para establecer relaciones claras entre la arquitectura molecular (especialmente la ramificación de cadena larga) y el procesado industrial, contribuyendo así a la optimización de materiales y procesos.
2. **Sostenibilidad y reciclado:** En colaboración con la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) y el Instituto IMDEA Energía, trabajamos en el estudio de materiales reciclados provenientes de residuos del sector de automoción, como parachoques o depósitos de combustible. La caracterización reológica nos permite evaluar su potencial de reutilización y diseñar estrategias de mejora para su reincorporación a la cadena de valor.
3. **Biopolímeros y sistemas biológicos complejos:** En colaboración con centros del CSIC como la Estación Experimental del Zaidín (EEZ) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), estudiamos las propiedades reológicas de polisacáridos producidos por microorganismos y bacterias. Este enfoque tiene un doble objetivo: explorar su aplicabilidad como nuevos materiales funcionales y comprender cómo sus propiedades reológicas están relacionadas con su rol ecológico, especialmente en entornos extremos como los del río Tinto.
4. **Biofluidos:** Aplicamos técnicas reológicas avanzadas al estudio de fluidos biológicos, como las lágrimas humanas, con el fin de caracterizar su comportamiento viscoelástico y su relevancia funcional en distintos contextos fisiológicos y clínicos. Esta línea se desarrolla en colaboración con el grupo de Reología de POLYMAT (San Sebastián), el grupo de Oftalmo-biología Experimental de la UPV/EHU y la clínica oftalmológica BEGITEK.

Estas líneas de trabajo reflejan la vocación multidisciplinar del grupo y su compromiso con la ciencia fundamental y aplicada, abordando retos actuales en sostenibilidad, salud y materiales avanzados.

Agradecimientos: Proyectos TED2021-129640B-I00 (AEI), TED2021-130820B-C21 (AEI) y PIE202250E035 del CSIC.

P11

Grupo de Reología y Manufactura Avanzada de POLYMAT UPV/EHU

R. Aguirresarobe, M. Fernández y M. I. Calafel

POLYMAT y Departamento de Polímeros y Materiales Avanzados: Física, Química y Tecnología. Facultad de Química, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Donostia-San Sebastián, España,

✉ itxaso.calafel@ehu.eus

El grupo de REOLOGIA Y MANUFACTURA ADITIVA de la centra su actividad en el estudio fundamental y aplicado de materiales complejos desde un punto de vista reológico, aunando fundamentos teóricos con técnicas avanzadas en el régimen lineal y no lineal. Actualmente, las líneas de investigación más desarrolladas son las siguientes:

Hidrogeles y liberación controlada de fármacos. En colaboración con diferentes centros de investigación, clínicas y empresas del sector procuramos entender el comportamiento viscoelástico que gobierna los diferentes mecanismos de liberación de fármacos y el consiguiente efecto en su funcionalidad. Se estudian las propiedades reológicas bajo diferentes condiciones de deformación y tiempo, buscando correlacionar parámetros reológicos con la cinética de difusión y liberación de fármacos encapsulados y la bioadhesión.

Sostenibilidad y transición energética. Nuevamente, en colaboración con diferentes grupos especializados, centros tecnológicos y empresas nuestro grupo trabaja en el desarrollo de formulaciones tanto biodegradables/biocompatibles para reducir la huella de carbono, como formulaciones que van a formar parte de las baterías del futuro o sistemas lubricantes/grasas que forman parte de innovaciones tecnológicas de las energías renovables. Pese a tratarse de dos campos muy diferenciados, la caracterización reológica de estos sistemas nos permite tanto optimizar el procesado como entender la complejidad estructural que se esconde en la correspondiente respuesta mecánica y eléctrica.

Manufactura Avanzada. Se trata de una línea relativamente novedosa surgida a raíz de surgimiento de nuevas técnicas de manufactura aditiva. En este sentido, el grupo trabaja en el desarrollo y optimización de biotintas y materiales poliméricos funcionales con propiedades reológicas adaptadas a técnicas avanzadas de impresión aditiva, especialmente extrusión y fotopolimerización, sin dejar atrás el sinterizado láser. En el caso de la extrusión, se estudian propiedades como la viscosidad dependiente de la shear rate, comportamiento tixotrópico y recuperación estructural post-extrusión para asegurar la fidelidad geométrica y funcionalidad de las estructuras impresas. En cuanto a las técnicas basadas en fotopolimerización, unas propiedades reológicas adecuadas mejoran **la resolución** y reduce defectos. Asimismo, el estudio fotoreológico de las diferentes formulaciones permite optimizar la velocidad del proceso y reajustar la formulación.

Agradecimientos: El grupo agradece la subvención recibida de los siguientes proyectos: ELKATEK IMAGRA (KK-2025/00091), ELKARTEK ELASBAT (KK-2024/00091), ELKARTIEK ADDICOMP (2024/00071), SAN MIRNA (2024333015), HE SEATBELT (101069726) y IKUR Strategy project (NEU8-SPIRIT, IKUR-Neutriónica 2025-2026).

P12

Rheology and Photocuring of Conductive Resins for 3D Printing

*C. Quintero Rodríguez*¹, *M. Bodor*², *A. Lasagabaster Latorre*³, *S. Dopico-García*¹, *M. José Abad*¹, *A. Ares-Pernas*¹

¹ Universidade da Coruña, Campus de Industrial de Ferrol, CITENI, Grupo de Polímeros, Campus de Ferrol 15403, Ferrol, Spain

² “Dunarea de Jos” University of Galati, Department of Environmental Engineering and Metallurgical Technological Systems, 800201, Galati, Romania

³ Dpto Química Orgánica I, Facultad de Óptica y Optometría, Universidad Complutense de Madrid, 28037 Madrid, Spain

email: claudia.grodriguez@udc.es

3D printing using Digital Light Processing (DLP) has emerged as a highly effective technique for manufacturing complex parts with high precision. However, the development of new functional photopolymerizable resins—especially those with electrical properties and derived from bio-renewable sources—remains a significant challenge.

In this context, rheology plays a critical role in understanding the microstructure of these systems and predicting their behavior during the printing process. The photopolymerization rate is a key parameter in the printing process and can be measured using photorheology [1].

This study investigates how the photopolymerization rate of bio-based acrylic resins is affected by the incorporation of conductive particles intended to enhance their electrical properties. In addition, polymerization kinetics were analyzed using photorheological techniques, offering valuable insights into the evolution of the polymer network under controlled irradiation conditions.

Beyond measuring the photopolymerization rate with a rheometer specifically adapted for this purpose, the rheological threshold of the new formulations was also determined, as well as its relationship with the overall processability of the materials. These factors have a direct influence on the layer-by-layer curing behavior and the printing speed. This integrative approach aims to support the development of novel, functional, and sustainable materials compatible with advanced additive manufacturing technologies, leveraging rheological tools to inform the design of complex formulations.

References

- [1] Arias-ferreiro, G., Ares-pernas, A., Lasagabáster-latorre, A., Aranburu, N., Guerrica-echevarria, G., Dopico-garcía, M. S., & Abad, M. J. (2021). Printability study of a conductive polyaniline/acrylic formulation for 3d printing. *Polymers*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/polym13132068>

P13**Electrorheological behavior of nanofluids based on used cooking oil and cellulose nanocrystals for smart lubrication**

María García-Pérez¹, Samuel Fernández-Silva¹, Claudia Roman¹, Miguel Ángel Delgado¹, Moisés García-Morales¹

¹ Centro de Investigación en Tecnología de Productos y Procesos Químicos (Pro2TecS),
Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Huelva.

✉ *maria.gperez@diq.uhu.es*

This study explores the electrorheological (ER) behavior of nanofluids formulated with used cooking oil (UCO) and cellulose nanocrystals (CNCs), aiming to evaluate their suitability as smart lubricants. The ER effect arises from the electric field-induced alignment of polarizable particles into chain-like structures, which increase flow resistance and significantly alter the fluid's rheological response. This reversible electro-modulation of the rheological properties offers a pathway to adapt the lubricant viscosity to changing operating conditions (such as speed or load) and, thus, actively control the friction behavior in a tribological contact.

Nanofluids were prepared by dispersing CNCs at 0.5, 1, 2, and 4 wt.% in UCO sourced from a deep-fried food establishment, previously studied elsewhere [1]. Viscous flow curves were obtained at 25 °C under electric field strengths ranging from 0 to 4 kV/mm. At zero electric field, all samples exhibited Newtonian behavior. Upon applying an external voltage, the shear stress curve developed a plateau-like region at low shear rates, indicative of the structuring of the nanoparticles. The increment in shear stress was larger with increasing electric field and CNC concentration. However, at higher shear rates, the nanofluids shifted toward a Newtonian regime, suggesting the disruption of the ER structures by hydrodynamic forces. The organization of CNCs in chains was further confirmed via optical microscopy in a setup where the nanofluid was confined between two parallel electrodes and subjected to varying electric fields, in the absence of flow (see Fig. 1).

The study of the leak current intensity provided an additional insight into how the structures might have been affected by shear. While the current generally decreased slowly with increasing shear rates, a more abrupt decay was observed at moderate-to-high fields, particularly for lower concentrations, hinting a possible reconfiguration of the CNC arrangements.

These preliminary findings support the feasibility of using CNC to endow UCO with an ER behavior, with a view to their application in smart lubrication systems. Beyond its rheological characterization, the potential of reusing UCO as a base oil for lubricants is also highlighted, thereby contributing to sustainability and circular economy strategies in lubrication.

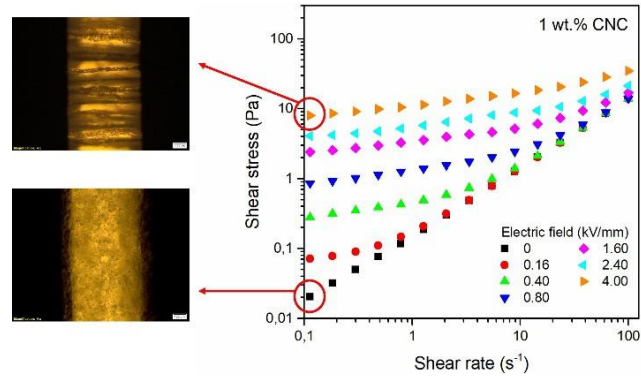


Fig. 1. Viscous flow curves at 25 °C for 1 wt.% CNC dispersion in UCO at different electric field intensities and optical micrographs of the nanofluid at 0 and 4 kV/mm.

Referencias

- [1] Fernández-Silva, S.D.; Delgado, M.A.; Ruiz-Méndez, M.V.; Giráldez, I.; García-Morales (2022), *Ind. Crops Prod.*, 185, 115109.