



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Síntesis y Comportamiento Reológico de Matrices de Quitosano y Gelatina: Hidrogeles Inteligentes con Respuesta Magneto-Térmica y de pH

Descripción general (resumen y metodología):

Resumen:

Los hidrogeles representan un campo de vanguardia en la física de la materia blanda debido a su estructura de red polimérica tridimensional capaz de albergar una fase acuosa mayoritaria. El interés físico-químico actual radica en los sistemas dinámicos o "inteligentes", capaces de acoplar gradientes energéticos externos con transiciones de fase estructurales o respuestas mecánicas macroscópicas.

Mientras que la literatura convencional satura el estudio de respuestas a estímulos univariantes, este proyecto aborda el diseño y la caracterización de un sistema polimérico compuesto multiestímulo. Se propone el desarrollo de una matriz híbrida basada en quitosano (sensible a variaciones de pH por protonación de grupos amino) y gelatina, introduciendo una red termosensible que aprovecha la transición sol-gel del colágeno desnaturalizado. Para dotar al sistema de susceptibilidad magnética, se dispersarán partículas ferri/ferromagnéticas en el interior de la matriz. El propósito fundamental es evaluar cómo la coexistencia de estos tres estímulos interfiere, potencia o modula las propiedades elásticas y el perfil de relajación del material, abriendo vías en el desarrollo de actuadores blandos bio-compatibles.

Metodología y Fases de Desarrollo:

El plan de trabajo se dividirá en cuatro fases consecutivas:

- **Fase 1: Análisis Bibliográfico y Fundamentación Teórica:** Revisión crítica de la literatura científica enfocada en las interacciones mecánicas de matrices poliméricas combinadas y el modelado físico de la respuesta elástica de hidrogeles ante campos externos.
- **Fase 2: Formulación y Síntesis de las Matrices Híbridas:** Protocolización experimental en el laboratorio para la obtención de los hidrogeles de quitosano/gelatina. Se optimizará la concentración estequiométrica de ambos polímeros y la fracción en volumen de las nanopartículas magnéticas para garantizar la estabilidad coloidal y estructural del gel.
- **Fase 3: Caracterización Microestructural y Ensayos de Hinchamiento:** Cuantificación de la cinética de absorción de disolvente mediante gravimetría en función del espectro de pH (variando la fuerza iónica) y de la temperatura ambiente, acotando los umbrales de colapso y expansión de la red.
- **Fase 4: Análisis Reológico y Respuesta Mecánica Interconectada:** Utilizando la instrumentación avanzada del Departamento de Física Aplicada, se realizarán ensayos de cizalla dinámica oscilatoria (barridos de frecuencia y deformación). Se monitorizarán los módulos de almacenamiento y de pérdidas bajo la acción combinada de variaciones térmicas y la aplicación de campos magnéticos externos controlados.

Nota de Competencias de Grado: A través de esta metodología, el estudiante integrará experimentalmente conceptos clave de la Mecánica de Medios Continuos (viscoelasticidad lineal, tensores de deformación), la Termodinámica de disoluciones poliméricas y transiciones de fase, y el Electromagnetismo aplicado a medios continuos (susceptibilidad magnética en fluidos complejos).

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

Con el fin de determinar la viabilidad y el comportamiento físico de este sistema multifuncional, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- **O1:** Establecer un marco conceptual sólido mediante la consulta de literatura indexada sobre los mecanismos de acoplamiento elástico en redes de hidrogel basadas en proteínas y polisacáridos.
- **O2:** Establecer un protocolo reproducible de síntesis química verde para la co-reticulación de quitosano y gelatina que permita la inclusión homogénea de fases magnéticas sin segregación de carga.
- **O3:** Determinar el diagrama de fases dimensional (grados de hinchamiento) del material compuesto frente a variaciones controladas de pH y temperatura.
- **O4:** Caracterizar el perfil reológico y la respuesta mecánica adaptativa del hidrogel ante la imposición de campos magnéticos externos.

Bibliografía básica:

1. Barnes, H. A., Hutton, J. F., & Walters, K. (1989). An Introduction to Rheology. Elsevier.
2. Larson, R. G. (1999). The Structure and Rheology of Complex Fluids. Oxford University Press.
3. Jaipan, P., Nguyen, A., & Narayan, R. J. (2017). Gelatin-based hydrogels for biomedical applications. MRS Communications, 7(3), 416-426.
4. Peng, Z., & Shen, Y. (2011). Fabrication and properties of gelatin/chitosan composite hydrogel. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 50(11), 1160-1164.
5. Liu, X., Liu, J., Lin, S., & Zhao, X. (2020). Hydrogel machines. Materials Today, 36, 102-124.
6. Leon-Cecilla, A., et al. (2024). Rheological property characterization of smart hydrogels. International Journal of Biological Macromolecules, 260, 129368.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MODESTO TORCUATO LÓPEZ LÓPEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: modesto@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: RAÚL TORRE SAN EMETERIO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: rtse_pdi@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: