



Guía docente

295579 - 295PB022 - Biopolímeros y Bioplásticos

Última modificación: 13/04/2026

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 713 - EQ - Departamento de Ingeniería Química.
702 - CEM - Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN POLÍMEROS Y BIOPLÁSTICOS (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: LUIS J. DEL VALLE

Otros: ORLANDO SANTANA
NOEL LEÓN
JAVIER GÓMEZ MONTERDE

CAPACIDADES PREVIAS

NO

REQUISITOS

NO

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas:

CGMUEQ-06. Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental

CGMUEQ-10. Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor

Transversales:

02 SCS. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

03 TLG. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos:

K1. Identificar la estructura química molecular de los polímeros y biopolímeros.

K5. Relacionar la estructura y las propiedades de los polímeros y biopolímeros para poder predecir su comportamiento, así como para obtener materiales con nuevas funcionalidades.

Habilidades:

S3. Interpretar los resultados obtenidos mediante las técnicas de análisis y caracterización de polímeros.

Competencias:

- C3. Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas tanto en entornos propios como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- C2. Aplicar las metodologías apropiadas de análisis, producción y gestión en el ámbito de los polímeros y biopolímeros.
- C4. Usar de forma solvente los recursos de información, gestionando la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información en el ámbito de su especialidad y valorando de forma crítica los resultados de esta gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases expositivas y presentación de Trabajos

MD.1 - Clase magistral participativa.

MD.3 - Casos prácticos.

MD.4 - Laboratorio.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEMQ1. Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.

CEMQ9. Gestionar la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, atendiendo a la transferencia de tecnología y los derechos de propiedad y de patentes.

CEMQ13. Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería Química de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas.

Genéricas:

CGMQ4. Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología.

CGMQ6. Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.

CGMQ11. Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión

Transversales:

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	21,0	14.00
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00
Horas grupo grande	21,0	14.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

1. Biopolímeros y bioplásticos

Descripción:

Introducción a los biopolímeros y bioplásticos. Macromoléculas: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Biomateriales poliméricos.

Flujo de la información genética: Dogma de la biología molecular. Procesos de duplicación, transcripción y traducción. Aplicación en sistemas procarióticos y eucarióticos.

Objetivos específicos:

Al finalizar el tema el estudiante será capaz de:

- Entender que los sistemas biológicos (células procariotas y eucarióticas) o sus componentes tienen mecanismos específicos para la biosíntesis de biopolímeros y bioplásticos.

Actividades vinculadas:

Resumen y palabras clave. Problemas adicionales.

Dedicación: 3h

Grupo grande/Teoría: 3h

2. Macromoléculas: Ácidos Nucleicos

Descripción:

Heterociclos y ácidos nucleicos. Pirimidinas y purinas. Ácidos nucleicos y nucleótidos. Estructura del ADN. Apareamiento de bases en el ADN: El modelo Watson-Crick. Ácidos nucleicos y herencia. Replicación del ADN. Estructura y síntesis del ARN: Transcripción. Biosíntesis de ARN y proteínas: Traducción. Secuenciación del ADN. Síntesis química del ADN y el ARN. Estructura primaria. Estructura secundaria. Desnaturalización térmica e hipocromismo.

Objetivos específicos:

Al finalizar el tema el estudiante será capaz de:

- Diferenciar DNA y RNA. Comprender la estructura de los ácidos nucleicos como cadenas de poli anión.
- Entender que toda la información genética es traducida a proteínas, que posteriormente median la biosíntesis de otras macromoléculas.

Actividades vinculadas:

Estructura de los nucleótidos. Complementariedad de nucleótidos. Síntesis de los ácidos nucleicos: Duplicación y transcripción.

Estructura de los ácidos nucleicos (DNA y RNA).

Espectroscopia UV-visible para estudiar ácidos nucleicos. Curva de fusión del DNA.

Resumen y palabras clave. Resumen de reacciones. Problemas adicionales.

Dedicación: 4h 30m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

3. Macromolècules: Proteïnes

Descripci3n:

Aminoàcids, pèptids i proteïnes. Estructures de aminoàcids. Estructura dipolar de aminoàcids. Punt de isoelectr3nic. S3ntesi de alfa-aminoàcids. Resoluci3n de aminoàcids R i S. Pèptids. Enllaç covalent en pèptids. Determinaci3n de la estructura de pèptids: anàlisi de aminoàcids. Secuenciaci3n de pèptids: degradaci3n de Edman. Secuenciaci3n de pèptids: determinaci3n del residu C-terminal. S3ntesi de pèptids. S3ntesi automatitzada de pèptids: t3cnica de fase s3lida de Merrifield. Classificaci3n de proteïnes. Estructura de proteïnes. Enzimes. Desnaturalitzaci3n de proteïnes. Relaci3n estructura-funci3n. Tecnologia del ADN recombinant. Clonaci3n i expressi3n de proteïnes recombinants. Herramientes moleculares: plàsmids i vectors. Enzimes de restricci3n. Reacci3n en cadena de la polimerasa (PCR). Secuenciaci3n per PCR. Preparaci3n d'extractes i purificaci3n de proteïnes.

Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de:

- Interpretar la estructura i funci3n de les proteïnes;
- Comprendre la producci3n de proteïnes recombinants en sistemes de bacteries i cèl·lules eucari3tiques;
- Identificar els fen3mens que ocorren en les diferents etapes de la purificaci3n de les proteïnes.

Actividades vinculadas:

Estructura secundària i desnaturalitzaci3n de proteïnes: aplicaci3n de l'estudi FTIR.
Resumen i paraules clau. Resumen de reaccions. Problemes addicionals. Seminàries.

Dedicaci3n: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

4. Macromolècules: Polisacàrids i Lípids

Descripci3n:

Carbohidrats. Classificaci3n de carbohidrats. Projeccions de Fischer per representar carbohidrats. Azúcars D, L. Configuracions de les aldoses. Estructures cíclics dels monosacàrids: formaci3n de hemiacetals. An3mers de monosacàrids: mutarrotaci3n. Conformacions dels monosacàrids. Reaccions dels monosacàrids. Estereoquímica de la glucosa: La prova de Fischer. Disacàrids. Polisacàrids. Altres carbohidrats importants. Carbohidrats en la superfície cel·lular. Lípids. Ceres, greixos i olis. Jabons. Fosfolípids. Bios3ntesi d'àcids grassos. Prostaglandines. Terpenos. Bios3ntesi de terpenos. Esteroides. Estereoquímica d'esteroides. Bios3ntesi d'esteroides.

Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de:

- Interpretar i comprendre que els polisacàrids i fosfolípids són biopolímers basats en azúcars i lípids, respectivament.
- Reconèixer la combinaci3n de proteïnes amb polisacàrids (glicoproteïnes) i amb lípids (lipoproteïnes) com a copolímers.

Actividades vinculadas:

Estructura i funci3n dels polisacàrids com a hidrogeles.
Estructura i funci3n dels fosfolípids per a l'ensamblatge micel·lar i la encapsulaci3n per al transport de molècules d'interès.
Resumen i paraules clau. Problemes addicionals. Seminàries.

Dedicaci3n: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

5. Biopolímeros y Bioplásticos: Biomateriales

Descripción:

Biomateriales y biocompatibilidad: Clasificación. Biocompatibilidad y hemocompatibilidad. Respuesta de los seres vivos. Normativas y ensayos de biocompatibilidad. Modificación de superficies. Análisis de superficies. Esterilización Biomateriales: clasificación.

Biosostenibilidad y biodegradabilidad: Desarrollo sostenible. Química verde: la economía atómica. Los parámetros de sostenibilidad. Análisis de los ciclos biológicos. Toxicidad. Biodegradabilidad. Mecanismos de biodegradación y métodos de evaluación. Regulación de la sostenibilidad. Bioplásticos.

Monómeros sostenibles: Monómeros tradicionales de origen natural. Procesos químicos y biotecnológicos de producción. Catálisis verde. Etileno sostenible: bioetanol. Aditivos sostenibles: plastificantes verdes. La lignina como fuente de monómeros.

Polímeros sostenibles y bioplásticos: Impacto de la fabricación y utilización de los polímeros. Nuevas estrategias de síntesis.

Métodos de polimerización sostenibles. Sustitución de monómeros tóxicos tradicionales: nuevas alternativas. Nuevos bioplásticos a partir de carbohidratos y aceites naturales. El ácido poliláctico. Aporte de las técnicas de reciclaje.

Polímeros y copolímeros nanoestructurados: Biopolímeros de interés tecnológico: almidón y celulosa. Biopolímeros proteicos. Modificaciones y aplicaciones industriales. Polímeros bacterianos: poliésteres y polisacáridos. Aplicaciones industriales. Aspectos económicos.

Biomateriales poliméricos: Suturas quirúrgicas. Pegatinas. Cementos poliméricos. Restauraciones dentales e implantes.

Hidrogeles. Lentes de contacto. Piel artificial. Polímeros en comprimidos farmacéuticos. Liberación controlada de fármacos.

Bioplásticos avanzados: Nuevos biocomposites basados en bioplásticos. Bioplásticos flexibles y de baja migración. Bioplásticos híbridos. Recubrimientos sostenibles basados en bioplásticos: pinturas y recubrimientos plásticos.

Objetivos específicos:

Al finalizar el tema, el estudiante será capaz de:

- Comprender la biosíntesis enzimática de biopolímeros y bioplásticos biobasados en aminoácidos, azúcares y lípidos.
- Interpretar que los biopolímeros y bioplásticos son resultado de la actividad de la economía circular y reciclaje de productos agroalimentarios.

Actividades vinculadas:

Estudio cinético de la biodegradación.

Resumen y palabras clave. Problemas adicionales. Seminarios.

Dedicación: 4h 30m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

6. Introducción al comportamiento reológico y su caracterización para el procesado de biopolímeros

Descripción:

Estudio del comportamiento de flujo y deformación de biopolímeros en estado fundido. Análisis de la viscosidad en cizalla y las limitaciones del Índice de Fluidéz (MFI) en materiales sensibles a la temperatura. Fundamentos de viscoelasticidad lineal mediante ensayos oscilatorios (SAOS) y su aplicación para determinar estabilidad térmica, degradación hidrolítica y peso molecular. Introducción a la reología elongacional y su impacto crítico en procesos de soplado de film y espumado. Correlación entre parámetros reológicos y ventana de procesabilidad.

Objetivos específicos:

Al finalizar este módulo, el estudiante será capaz de:

- Diferenciar entre comportamiento viscoso, elástico y viscoelástico en biopolímeros fundidos.
- Interpretar curvas de flujo (cizalla) y entender las limitaciones del Índice de Fluidéz (MFI).
- Comprender la utilidad del ensayo SAOS para determinar la estabilidad térmica y la estructura molecular (peso molecular, ramificaciones).
- Relacionar la viscosidad elongacional con problemas de procesado (como la estabilidad de burbuja en film blowing).

Actividades vinculadas:

Sesión de laboratorio: Determinación de MFI y efecto de tiempo de residencia en PLA

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m

7. Fenómenos Elásticos y Defectos de Procesado

Descripción:

Estudio de la elasticidad de fluidos poliméricos y su impacto en la calidad del producto final. Concepto de memoria del material y relajación de tensiones (Número de Deborah). Análisis detallado del hinchamiento del extruido (Efecto Barus) y estrategias para el control dimensional en boquillas. Clasificación de inestabilidades de flujo: Piel de tiburón (Sharkskin) y fractura de fundido (Melt Fracture). Relación entre defectos elásticos y parámetros de operación (velocidad de cizalla, temperatura y diseño del herramienta).

Objetivos específicos:

- Comprender el concepto de "memoria elástica" y relajación de tensiones en biopolímeros.
- Explicar el fenómeno de hinchamiento a la salida del dado (Die Swell) y cómo compensarlo.
- Identificar inestabilidades de flujo: Piel de tiburón (Sharkskin) y Fractura de fundido (Melt Fracture).
- Entender la importancia del Número de Deborah (De) en el procesado.

Actividades vinculadas:

Resumen y palabras clave. Problemas adicionales.

Dedicación: 3h

Grupo grande/Teoría: 3h

8. Tecnologías de Extrusión y Compounding de Biopolímeros

Descripción:

Fundamentos de la extrusión monohusillo y doble husillo aplicados a materiales sensibles térmica e hidrolíticamente. Gestión crítica de la humedad: secado, cristalización y efectos de la hidrólisis en el peso molecular. Diseño de husillos de bajo cizallamiento y control de la temperatura de masa para prevenir la degradación. Extrusión reactiva (REX) para la obtención de Almidón Termoplástico (TPS) y compatibilización de mezclas binarias (PLA/PBAT). Tecnologías de co-extrusión y conformado de película plana (Cast) y soplada (Blown) adaptadas a la reología de bioplásticos.

Objetivos específicos:

- Comprender cuán crítico es el secado y la degradación hidrolítica en poliésteres biobasados (PLA, PHB).
- Seleccionar la geometría de tornillo adecuada (L/D, tasa de compresión) para materiales sensibles al cizallamiento.
- Diferenciar entre extrusión monohusillo (para perfilera/lámina) y doble husillo (para compounding y extrusión reactiva de TPS).
- Analizar los perfiles de temperatura inversos y su utilidad en bioplásticos.

Actividades vinculadas:

Sesión de laboratorio de extrusión de PLA: parámetros y efectos elásticos.

Dedicación: 4h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m

9. Termoconformado y Rotomoldeo de Biopolímeros

Descripción:

Tecnologías de transformación secundaria. En Termoconformado: Análisis de la ventana de procesabilidad en función de las transiciones térmicas (T_g y T_m). Uso de asistencia mecánica (Plug Assist) para compensar la baja resistencia del fundido. Procesos avanzados de cristalización en molde (C-PLA) para aplicaciones de alta resistencia térmica. Defectología y control de espesores. En Rotomoldeo: Estudio de la estabilidad termo-oxidativa en ciclos largos. Retos en la micronización (pulverización) de matrices biopoliméricas. Aplicación exitosa de poliolefinas biobasadas (Bio-PE) y limitaciones actuales de los poliésteres biodegradables.

Objetivos específicos:

- Relacionar las transiciones térmicas con la ventana de procesado: Determinar los parámetros de operación en termoconformado basándose en la temperatura de transición vítrea (T_g) y la cinética de cristalización, diferenciando entre la producción de artículos amorfos y semicristalinos de alta resistencia térmica (C-PLA).
- Analizar la reología del estirado y sus soluciones técnicas: Justificar la necesidad de la asistencia mecánica de pistón (Plug Assist) en el termoconformado de biopolímeros para compensar la baja resistencia del fundido (Melt Strength) y garantizar una distribución homogénea de espesores.
- Evaluar la viabilidad técnica en procesos de ciclo largo: Identificar las limitaciones de estabilidad termo-oxidativa que restringen el uso de poliésteres biodegradables en rotomoldeo, contrastando este comportamiento con el de las poliolefinas biobasadas (como el Bio-PE).

Dedicación: 3h

Grupo grande/Teoría: 3h

10. Moldeo de Biopolímeros por Inyección

Descripción:

Esta unidad profundiza en el proceso de transformación más importante para la obtención de piezas complejas y de alta precisión. Se analizan las particularidades del ciclo de inyección para materiales sensibles a la cizalla y la temperatura (PLA, PHB, compuestos de fibra natural). Se pone especial énfasis en la termodinámica del enfriamiento (diagramas P-v-T) y su impacto en la contracción y cristalización en molde. Finalmente, se aborda sistemáticamente la identificación y solución de defectos específicos de bioplásticos, diferenciando entre problemas de humedad, degradación térmica y diseño de molde.

Objetivos específicos:

- Configurar la unidad de inyección: Seleccionar los parámetros de dosificación (contrapresión, velocidad de husillo) y diseño de husillo adecuados para minimizar la degradación molecular durante la plastificación de biopolímeros.
- Optimizar el ciclo térmico: Interpretar diagramas P-v-T para controlar la contracción volumétrica y gestionar el compromiso entre tiempo de ciclo y grado de cristalinidad en biopolímeros (moldes fríos vs. calientes).
- Diagnosticar y corregir defectos: Diferenciar visual y analíticamente entre defectos causados por humedad (hidrólisis) y por exceso de temperatura (degradación), y proponer soluciones correctivas en parámetros o diseño de molde.

Actividades vinculadas:

Sesión de laboratorio: Parámetros de inyección y optimización de llenado de moldes para el PLA.

Dedicación: 4h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

NP1: Prueba teórica parcial (40%) + seminario (10%)

NP2: Prueba teórica parcial (35%) + Laboratorio (15%)

$NC = NP1 + NP2$

Donde NC es la nota de curso y NP1-NP2 son las notas de las dos partes en las que se divide la asignatura (tema 1-5, y tema 6-10).



NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Examen: Consta de diferentes preguntas teóricas y prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura.

1. Se realizarán actividades supervisadas (tipo AD), con entregables correspondientes a la teoría o los problemas abordados en clase, y los estudiantes presentarán informes de las actividades de prácticas de laboratorio (tipo AP).
2. Se realizará un examen parcial (EP) en la primera parte de la asignatura y un examen final (EF), de 2 horas de duración, para evaluar el progreso individual de cada estudiante en esta asignatura.

No se realizará ningún examen adicional para recuperar las calificaciones mencionadas (denominado "reevaluación").

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Lendlein, Andreas; Sisson, Adam L. Handbook of biodegradable polymers : synthesis, characterization and applications [en línea]. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, cop. 2011 [Consulta: 06/05/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527635818>. ISBN 9783527635825.
- Bastioli, Catia [ed.]. Handbook of biodegradable polymers. 2nd ed. Shrewsbury: Smithers Rapra Technology, 2014. ISBN 9781847355270.
- Alemán, Carlos; Bianco, Alberto; Venanzi, Mariano. Peptide materials : from nanostructures to applications [en línea]. Chichester: John Wiley & Sons, 2013 [Consulta: 06/05/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118592403>. ISBN 9781118592403.

RECURSOS

Otros recursos:

Material de aula disponible en ATENEA