



GUÍA DOCENTE

SJH007 - Biocatálisis

Curso académico 2024/2025

Titulación: Máster Universitario en Química Sostenible (Plan de 2020)

1. Información general de la asignatura

Carácter: Optativa

Semestre: Anual

Créditos: 3

Idiomas en los que se imparte la asignatura: Consultar [SIA](#)

Profesorado responsable: Belén Altava Benito

Para consultar el listado de profesorado que imparte la asignatura hay que consultar el [SIA](#).

Horarios: Consultar apartado de horarios en la [web del estudio](#)

2. Justificación

La Química Sostenible se basa en el desarrollo de procesos benignos con el medio ambiente, buscando una combinación adecuada entre seguridad, tiempo y eficacia en términos económicos y de calidad. En este contexto la biotecnología, y más concretamente la Biocatálisis aplicada, juegan un papel relevante hoy en día en el sector de la salud (Biotecnología blanca), de especial impacto para el mercado industrial al diseñar rutas sintéticas en condiciones suaves de reacción. Así, los catalizadores enzimáticos limitan los puntos reactivos de una molécula, impidiendo la modificación de grupos funcionales previamente seleccionados con reactivos químicos. De esta manera los biocatalizadores son capaces de desarrollar procesos quimo-, regio- o estereoselectivos, actuando además en condiciones suaves de reacción tanto de presión (normalmente atmosférica) como de temperatura (10-80 °C dependiendo la clase de enzima).

Dentro del marco de un Máster universitario como éste, y donde se muestran las características de la Química Sostenible, el uso de proceso biocatalíticos se encuadra perfectamente al cumplir muchos de los 12 principios de este área, y de esta manera se introducirá al estudiante en el área de la Biocatálisis interaccionando con otras asignaturas del Máster como:

- “Aplicaciones industriales” ya que muchos procesos biocatalíticos son empleados hoy en la industria para la preparación de ingredientes farmacéuticos activos o de química fina
- “Catálisis inmovilizada” y “Catálisis heterogénea” al ser muchos biocatalizadores empleados en forma inmovilizada en distintos soportes, y de esta manera conferir una mayor estabilidad al enzima que le permita trabajar en disolventes orgánicos
- “Disolventes benignos” debido a la actividad que presentan los enzimas tanto en líquidos iónicos como en condiciones supercríticas
- “Catálisis homogénea” siendo muchos enzimas empleados en disolución como por ejemplo en los procesos hidrolíticos tradicionales.

Ejemplos de estos conceptos serán explicados en casos prácticos publicados en la bibliografía en los últimos años.

3. Conocimientos previos recomendables

Los indicados para ser admitido en el Máster en Química Sostenible: Equivalencia a estudios de grado en Química, Ingeniería Química u otras titulaciones afines.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

Competencias genéricas y específicas

CB10 - Que los estudiantes posean habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG01 - Conocer los principios de la química e ingeniería sostenibles y tener una visión de los avances históricos que han dado lugar al desarrollo de la química verde y otros principios asociados así como los protocolos que permiten su evaluación y aplicación en casos reales.

E1 - Aplicar los principios de la química sostenible a la implementación en la práctica de los procesos químicos industriales.

E2 - Demostrar las ventajas y desventajas de cada una de las denominadas tecnologías sostenibles en el campo de la Química.

E3 - Relacionar la toxicidad/peligro como una propiedad física/estructural que puede ser diseñada y manipulada.

E4 - Valorar adecuadamente ejemplos de procesos industriales donde se cumplen los principios de la química sostenible.

E5 - Utilizar las tendencias actuales de la Química Verde para poder realizar un análisis crítico sobre el grado de cumplimiento de los postulados de la Química Sostenible en un determinado proceso industrial.

G1 - Integrar los principios teóricos de la sostenibilidad en un caso experimental concreto.

G2 - Capacidad de organización, comprensión, análisis y síntesis oral y escrita en el ámbito de la química sostenible en la investigación y los procesos industriales.

G3 - Aplicar las herramientas de la química sostenible en la obtención de compuestos de interés en la industria química.

G4 - Participar en proyectos encaminados a la mejora de procesos productivos o de manipulación de productos químicos.

Resultados de aprendizaje

BI_01_Conocer los métodos de obtención y preparación de los biocatalizadores inmovilizados/estabilizados

BI_02_Manejar con soltura los biocatalizadores tanto usando enzimas inmovilizadas como células inmovilizadas para la preparación de intermedios y productos alternativos a la Química Orgánica convencional.

BI_03_Evaluar una Biotransformación de acuerdo con los principios de la Química Sostenible

BI_04_Conocer el concepto de Biotransformaciones.

BI_05_Conocer las aplicaciones de los microorganismos a los procesos industriales

BI_06_Conocer las metodologías de trabajo experimentales en Biotransformaciones.

BI_07_Valorar la aplicación de biocatalizadores en la Industria.

BI_08_Definir las herramientas de la Química Sostenible en el area de Biotransformaciones Industriales
BI_09_Saber buscar, seleccionar y valorar la información

5. Contenidos

- 1.- Diseño de Biocatalizadores.
- 2.- Búsqueda de catalizadores: células y enzimas Evolución dirigida.
- 3.- Inmovilización de enzimas y células.
- 4.- Reacciones biocatalizadas en medios orgánicos.
- 5.- Cinética enzimática.
- 6- Aplicaciones de la enzimas en procesos a nivel de laboratorio.
- 7.- Aplicación de las células enteras a nivel de de laboratorio.

6. Temario

- 1.- Diseño de Biocatalizadores.
 - 1.1. Clases de biocatalizadores.
 - 1.2. Enzimas como microorganismos o como en forma purificada.
- 2.- Búsqueda de catalizadores: células y enzimas. Evolución dirigida.
 - 2.1. Fuentes de catalizadores.
 - 2.2. Ventajas y desventajas de los enzimas como microorganismos o como en forma purificada.
- 3.- Inmovilización de enzimas y células.
 - 3.1. Tipos de inmovilización.
 - 3.2. Influencia en la actividad enzimática.
- 4.- Reacciones biocatalizadas en medios orgánicos.
 - 4.1. Hidrolasas en procesos de síntesis.
 - 4.1.1. Transesterificación.
 - 4.1.2. Aminólisis.
 - 4.1.3. Amonólisis.
- 5.- Cinética enzimática.
 - 5.1. Conceptos generales y mecanísticos.
 - 5.2. Tipos de procesos estereoselectivos.
 - 5.2.1. Resoluciones cinéticas clásicas.
 - 5.2.2. Resoluciones cinéticas dinámicas.
 - 5.2.3. Desimetrizaciones.

- 6- Aplicaciones de las enzimas en procesos a nivel de laboratorio: Ejemplos de la síntesis de fármacos.
- 7.- Aplicación de las células enteras a nivel de laboratorio: Estudio de las características del proceso.
- 8.- Nuevas tendencias en Biocatálisis.

7. Bibliografía

7.1. Bibliografía básica

1. "Monografía XXXV de la Real Academia Nacional de Farmacia." J.M. Sánchez Montero, F. Ortega Ortiz de Apodaca, A. Doadrio Villarejo. 2012. ISBN 978-84-938172-7-5.
2. "*Biotransformations in Organic Chemistry. A Textbook*" (7^a edición), K. Faber, Springer, 2018. ISBN 978-3-319-61589-9.

7.2. Bibliografía complementaria

7.2.1. Conceptos generales

1. J. M. Sánchez-Montero, J. V. Sinisterra. Biocatálisis Aplicada a la Química Farmacéutica. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*. 2007, 73, 4, 1199-1236.
2. D. Muñoz Solano, P. Hoyos Vidal, M. J. Hernáiz Gómez Dégano, A. Alcántara León, J. M. Sánchez-Montero. Industrial Biotransformations in the Synthesis of Building Blocks Leading to Enantiopure Drugs. *Bioresour. Technol.* **2012**, 115, 196-207.
3. V. Gotor-Fernández, M. J. Hernáiz Gómez-Dégano. Biocatálisis aplicada. Las enzimas como herramientas útiles en síntesis orgánica. *Anales de Química* **2017**, 113, 27-35.
4. G de Gonzalo, A. R. Alcántara, P. Domínguez de María, and J. M. Sánchez Montero. Biocatalysis for the asymmetric synthesis of Active Pharmaceutical Ingredients (APIs): this time is for real. *Expert Opinion on Drug Discovery* 2022, 17, 10, 1159-1171.

7.2.2. Biocatálisis aplicada e industrial

1. S. Wu, R. Snajdrova, J. C. Moore, K. Baldenius, U. T. Bornscheuer. Biocatalysis: Enzymatic Synthesis for Industrial Applications. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 88-119.
2. E. L. Bell et al. Biocatalysis. *Nature Reviews (Methods Primers)* **2021**, 1, 46.
3. J. Cossy. Biocatalysts: Catalysts of the future for organic synthesis and beyond? *Tetrahedron* **2022**, 123, 123 132966.

7.2.3. Nuevas tendencias en Biocatálisis

1. B. M. Nestl, S. C. Hammer, B. A. Nebel, B. Hauer. New Generation of Biocatalysts for Organic Synthesis. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, *53*, 3070-3095. (Nuevas actividades enzimáticas)
2. M. López-Iglesias, V. Gotor-Fernández. Advances in Biocatalytic Promiscuity: Hydrolase-Catalyzed Reactions for Nonconventional Transformations. *Chem. Rec.* **2015**, *15*, 743-759. (Promiscuidad biocatalítica)
3. C. Ascaso-Alegre, J. Mangas-Sanchez. Construction of Chemoenzymatic Linear Cascades for the Synthesis of Chiral Compounds. *Eur. J. Org. Chem.* 2022, e202200093. (Reacciones multicatalíticas)

7.3. Direcciones web de interés

1. Programa **ENATIO** para cálculo de la enantioselectividad en procesos de resolución cinética clásica de procesos irreversibles: <http://biocatalysis.uni-graz.at/sites/onlinetools.html>
2. Programa **RETROBIOCAT** para estudio de retrosíntesis implicando el empleo de enzimas: <https://retrobiocat.com/>

7.4. Otros recursos

1. Sección de Biocatálisis en la Sociedad Española de Biotecnología: <https://sebiot.org/secciones/>
2. ESAB: European Society of Applied Biocatalysis: <https://esabweb.org/>
3. Biocatalysis division of the European Federation of Biocatalysis: <http://www.efbiotechnology.org/biocatalysis>

8. Metodología didáctica

Aprendizaje presencial (30 horas):

Sesiones teóricas: 18 horas presenciales donde se explicarán los aspectos más generales de la asignatura a través de clases expositivas promoviendo la participación del estudiante (se incluirán debates y puestas en común), que formarán parte de la evaluación

Sesiones de prácticas (problemas): 2 horas presenciales donde se harán y evaluarán ejercicios prácticos sobre la forma de llevar a cabo un determinado proceso. Hojas a disposición del alumno en el aula virtual

Tutorías grupales: 7 horas presenciales que se reforzarán con el uso del aula virtual y sistemas de comunicación electrónica. La asistencia y participación formarán parte de la evaluación

Evaluación: 3 hora presencial de pruebas escritas

Aprendizaje no presencial (45 horas):

- Búsqueda bibliográfica: 10 horas no presenciales relacionadas con la materia impartida que ayudarán al estudiante a conseguir una mejor comprensión de la asignatura.

- Lecturas de material: 10 horas no presenciales con las que el estudiante trabajará la bibliografía aconsejada

por el profesor sobre las publicaciones más recientes relacionadas con la asignatura.

- Elaboración de un trabajo: 15 horas no presenciales . Este trabajo formará parte de la evaluación. La elaboración del mismo seguirá las pautas indicadas por el profesor de la asignatura.

- Estudio individual: 10 horas no presenciales para entender el material proporcionado en clase y poder preparar las distintas pruebas que forman parte de la evaluación.

9. Planificación de actividades

Actividades	Horas presenciales	Horas no presenciales
Enseñanzas teóricas	18:00	0:00
Enseñanzas prácticas (problemas)	2:00	0:00
Tutorías	7:00	0:00
Evaluación	3:00	0:00
Trabajo personal	0:00	25:00
Trabajo de preparación de los exámenes	0:00	20:00
	30:00	45:00
Horas totales (núm. créditos * 25)	75:00	

10. Sistema de evaluación

10.1. Tipo de prueba

Tipo de prueba	Ponderación
Participación en clase	10
Pruebas escritas	40
Trabajos	50
	100

10.2. Criterios de superación de la asignatura

A) Se deberá obtener una nota mínima de 5 sobre 10 en cada una de las pruebas para superarlas. Si no se supera alguna de las pruebas en la segunda convocatoria se examinará solo de la prueba no superada.

B) Presentarse a todas las pruebas (presentar los trabajos y realizar las pruebas escritas)

11. Otra información

Asignatura impartida en la UJI

Profesorado que imparte la asignatura:

José María Sanchez Montero (UCM)

Vicente Gotor Fernandez (UO)

12. Software específico

13. Privacidad y tratamiento de datos personales

Las actividades académicas que comporten un tratamiento de datos de personas identificadas o identificables están sometidas a aquello previsto en el Reglamento General de Protección de Datos UE 2016/679, de 27 de abril, (RGPD) y a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (LOPDGDD) además de aquella legislación vigente específica.

En los espacios docentes físicos y virtuales de la Universidad, con carácter general, solo se podrán realizar aquellas actividades de tratamiento de datos personales que estén amparadas por la normativa vigente, incluyendo la grabación o difusión en línea (streaming), o resoluciones e instrucciones derivadas de situaciones de carácter excepcional, además de estar inscritas en el Registro de Actividades de Tratamiento (RAT) institucional de la UJI.

No se podrán realizar actividades que comporten acceso a recursos externos a los medios de la UJI, en Internet o en línea, que obliguen al estudiantado a dar sus datos personales o al consentimiento expreso. Se utilizarán exclusivamente datos anónimos.

Este anonimato se tiene que garantizar en todas las fases del tratamiento. Solamente en el supuesto de que la información se haya sometido a un procedimiento de disociación, de forma que la información que se obtenga no pueda asociarse a una persona identificada o identificable, se estará cumpliendo con la normativa vigente.

Si, excepcionalmente y de manera justificada, a criterio de la persona responsable de la actividad se tratan datos de personas identificadas o identificables, la persona responsable de la actividad los tendrá que inscribir en el Registro de actividades de tratamiento de la UJI (RAT) y obtener la autorización de la Secretaría General; así mismo, tendrá que elaborar la información que hay que ofrecer a los usuarios y usuarias, aplicar las medidas de seguridad necesarias y proporcionar la información requerida durante los procesos de auditoría, y tomar, si procede, las medidas correctoras que estas auditorías aconsejen.

Vicerrectorado de Estudios y Formación Permanente