

# **Máster en Química Sostenible**

## **66200 - Biotransformaciones y procesos avanzados en la industria**

**Guía docente para el curso 2013 - 2014**

**Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **María Teresa Bes Fustero** tbes@unizar.es
- **Miriam Oliva Alcubierre** miroliva@unizar.es
- **Carlos Gómez-Moreno Calera** gomezm@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

La docencia de la asignatura está dividida en dos bloques temáticos: Biotransformaciones (M. Teresa Bes, Carlos Gómez-Moreno) y Procesos Avanzados en la Industria (Miriam Oliva). Se recomienda trabajar desde el primer día de docencia.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Docencia de la asignatura: Segunda quincena de noviembre - segunda quincena de enero  
Prueba escrita de los bloques temáticos: Segunda quincena de enero - primera quincena de febrero

---

### **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Reconoce los principales tipos de emisiones industriales.
- 2:** Conoce técnicas para la disminución del impacto ambiental de procesos industriales comunes.
- 3:** Identifica condiciones operativas (tipo de catalizador, condiciones de reacción, etc.) para llevar a cabo reacciones químicas mediante biocatálisis.
- 4:** Identifica los obstáculos técnicos y económicos para la implantación de la Química Sostenible en la Industria.

**5:** Argumenta la importancia de la biocatálisis como método de reacción sostenible.

**6:**  
Clasifica los principales tipos de enzimas y sus aplicaciones industriales.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La inmensa mayoría de plantas industriales en funcionamiento en la actualidad han sido diseñadas para la optimización de la eficiencia económica. Sin embargo, la creciente presión social y legislativa está conduciendo a las industrias a introducir modificaciones en los procesos para disminuir su impacto ambiental.

Está claro que para realizar estas mejoras, es necesario contar con especialistas formados en estos temas.

Para ello, es interesante conocer los tipos de contaminantes que se pueden emitir al medioambiente, así como las principales medidas preventivas y correctoras de la contaminación.

Un importante tipo de procesos con un impacto ambiental muy bajo corresponde a las biotransformaciones, basadas en el uso de catalizadores biológicos, como enzimas y células, de forma tanto aislada como inmovilizada. En la mayoría de los casos, las biotransformaciones permiten obtener productos de reacción con altas regio y estereoselectividades en condiciones suaves de temperatura, presión y pH, usando agua como disolvente.

Los contenidos de la asignatura están divididos en dos bloques temáticos, correspondientes a Biotransformaciones y Procesos Avanzados en la Industria.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La docencia de la asignatura de Biotransformaciones y procesos avanzados en la Industria permite el desarrollo de numerosas competencias específicas del máster, entre las que pueden destacarse las siguientes:

-Utilizar el vocabulario y la terminología específica de la Química Sostenible.

-Evaluar el grado de riesgo de un proceso o reacción química y la toxicidad de los compuestos implicados.

-Evaluar el grado de sostenibilidad de un proceso químico o reacción química.

-Identificar los principales obstáculos a la implantación de las distintas técnicas de Química Sostenible.

La asignatura de Biotransformaciones y procesos avanzados en la Industria se imparte en el segundo trimestre (es decir, la segunda mitad del primer semestre), lo que permite apoyarse en las competencias adquiridas durante el primer trimestre sobre generalidades de la Química Sostenible en la asignatura de Fundamentos de la Sostenibilidad y de la Química Sostenible.

Las actividades docentes programadas permiten desarrollar diferentes competencias básicas, entre las que pueden destacarse las siguientes:

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

-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 sus conocimientos y juicios.

Las actividades docentes de la asignatura Biotransformaciones y procesos avanzados en la Industria permitirán el desarrollo de numerosas competencias transversales del máster, entre las que pueden destacarse las siguientes:

- Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad
- Ordenar, analizar críticamente y sintetizar información
- Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas
- Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones
- Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles
- Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Para la formación de un especialista en Química Sostenible, es necesario adquirir y desarrollar las competencias relacionadas con las técnicas más avanzadas en la Industria Química. En particular, se presta especial atención a las relacionadas con las Biotransformaciones.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:**  
Planificar estrategias de reducción en origen de la contaminación.
- 2:**  
Seleccionar procesos fermentativos y biotecnológicos para su aplicación industrial.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

El Máster en Química Sostenible está enfocado a la formación de titulados dotados de la comprensión, los conocimientos y las competencias para la introducción de técnicas de sostenibilidad en distintos tipos de actividades (Industria Química, industrias del sector del medioambiente, otras industrias afines, consultoría, investigación, docencia universitaria) mediante un enfoque multidisciplinar, con un pleno conocimiento de los aspectos científicos, técnicos, sanitarios y legales implicados.

Resulta evidente que es necesario dotar a los estudiantes del máster de los conocimientos sobre los procesos industriales actuales para poder introducir mejoras en los mismos. Especial atención debe prestarse a las biotransformaciones por su impacto ambiental particularmente bajo, que las convierte en una excelente alternativa a los procedimientos industriales tradicionales.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:**  
**Prueba escrita de preguntas de respuesta breve y problemas**

Se realizarán dos pruebas, correspondientes a los bloques temáticos de *Biotransformaciones y de Procesos avanzados en la Industria*. En estas pruebas se valorará la capacidad del estudiante para exponer los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la resolución de problemas concretos. Las ponderaciones de estas pruebas en la calificación total de la asignatura son, respectivamente, de 50% y 40%.

## **2: Presentación escrita de un informe sobre un tema desarrollado en el bloque temático de Procesos avanzados en la Industria**

Cada estudiante deberá presentar en público un tema previamente asignado, con la ayuda de herramientas de presentación y contestar a las preguntas del profesor sobre el mismo. En estas pruebas se valorará la capacidad del estudiante para exponer los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la resolución de problemas concretos. Esta actividad está ponderada con un 10% de la calificación total.

Para superar la asignatura, el alumno deberá obtener una calificación superior a 5 en cada uno de los bloques temáticos de la asignatura.

## **3: Prueba global**

Para cada convocatoria oficial, se realizará una prueba global de la asignatura en la fecha prevista en el calendario académico del máster. Podrá presentarse a dicha prueba global todo estudiante que cumpla alguna de los siguientes requisitos:

-No haber superado la asignatura mediante evaluación continua.

-Haber presentado mediante procedimiento administrativo un escrito dirigido al coordinador del máster solicitando la participación en dicha prueba en un plazo de diez días desde la publicación de la calificación mediante evaluación continua.

En el caso de estudiantes que hayan sido evaluados según las dos modalidades previstas, prevalecerá la mejor calificación obtenida.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

Las clases magistrales constituyen un importante método de transmisión del conocimiento y permiten comunicar rápidamente una gran cantidad de información. En esta asignatura, se emplearán clases expositivas-interactivas (conocidas como socráticas), que contemplan la participación de los estudiantes en el conocimiento impartido.

La resolución de problemas constituye una eficaz herramienta para la asimilación de los conocimientos y el desarrollo de competencias superiores. Los problemas se abordan en orden creciente de dificultad para evitar el desánimo o la frustración innecesaria de los estudiantes. Los enunciados de los problemas se entregan con la suficiente antelación para permitir su respuesta en un tiempo razonable. Las sesiones de resolución de los problemas discurren con un cierto retraso respecto a las correspondientes clases teóricas, para permitir la asimilación de los fundamentos implicados.

La preparación de un informe escrito permite comprender los aspectos abordados y relacionar los conceptos implicados.

### **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

#### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

##### **1: Clases magistrales**

Las clases magistrales se ajustarán al siguiente temario:

*Bloque temático de Procesos Avanzados en la Industria*

1. Tipos de emisiones industriales.

2. Estrategias de reducción en origen de la contaminación.
3. Técnicas de corrección de la contaminación.
4. Introducción a las mejores tecnologías disponibles.
5. Procesos industriales.

#### *Bloque temático de Biotransformaciones*

6. Uso de enzimas para la preparación de compuestos orgánicos de alto valor añadido.
7. Biocatálisis en el desarrollo de nuevos procesos no contaminantes.
8. Tipos de biocatalizadores.
9. Enzimas hidrolíticos para la preparación de compuestos enantiopuros.
10. Aplicación a la producción de fármacos.
11. Oxido-reductasas y liasas.
12. Inmovilización de células y aplicación a la Síntesis Orgánica.
13. Aplicaciones industriales.
14. Procesos fermentativos.
15. Procesos Biotecnológicos.
16. Aplicaciones industriales. Biorreactores.

**2:**

#### **Visitas organizadas a plantas industriales**

En esta actividad se adquirirá información de primera mano sobre la implantación de las técnicas de la Química Sostenible en la Industria.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Con carácter orientativo, se propone el siguiente calendario para el bloque temático para la docencia de Biotransformaciones:

19 de noviembre: La Biotecnología. Concepto de Biotransformación. Origen histórico acerca del empleo de enzimas y microorganismos con fines prácticos. Aplicaciones actuales de enzimas para usos industriales. El papel de las biotransformaciones en el desarrollo de la Química Sostenible. Materiales biológicos para las biotransformaciones.

20 de noviembre: Conceptos básicos acerca de las proteínas: composición, estructura, función en el metabolismo. Multiplicidad de función de las enzimas. Requerimientos para el manejo de las proteínas.

26 de noviembre: Estabilidad y plegamiento de proteínas Termodinámica de la inactivación enzimática. Causas físicas y químicas de la inactivación y estrategias para su prevención. Requerimientos para el manejo de las proteínas. Estabilización de biocatalizadores para síntesis. Bases moleculares de la acción enzimática. Clasificación de los enzimas y su nomenclatura. Métodos de ensayo. Principios de la cinética enzimática. La ecuación de Michaelis-Menten. Significado de Km y Vmax. Buscando las condiciones para el ensayo de enzimas. Automatización de los ensayos enzimáticos.

27 de noviembre: Los enzimas como reactivos. Biosensores. Sistemas inmunoquímicos de análisis.

3 de diciembre: Biocatalizadores manipulados genéticamente. Tecnología del DNA recombinante. Obtención y aislamiento de proteínas recombinantes. Aplicaciones de las proteínas recombinantes. Diseño de proteínas.

4 de diciembre: Elección del mejor sistema de biotransformación. Fuentes para la obtención de proteínas. Estrategias generales para el aislamiento y purificación de proteínas a escala industrial. Criterios de pureza. Caracterización de las

proteínas obtenidas.

10 de diciembre: Inmovilización de enzimas: concepto, ventajas, limitaciones. Tipos de reacciones de inmovilización. Inmovilización por adsorción. Inmovilización por atrapamiento en geles y en fibras: microencapsulación, liposomas.

11 de diciembre: Óxido-reductasas: función y clasificación. Reducciones enzimáticas. Oxidaciones enzimáticas. Regeneración de cofactores de nicotinamida reducidos. Regeneración de cofactores de nicotinamida oxidados

17 de diciembre: Liasas: función y clasificación. Liasas carbono-carbono. Liasas carbono-oxígeno. Liasas carbono-nitrógeno. Liasas carburo-haluro.

18 de diciembre: Enzimas hidrolíticos para la preparación de compuestos enantiopuros. Otras reacciones de interés en Química Orgánica. Uso de enzimas para la preparación de compuestos orgánicos de alto valor añadido: Reacciones de hidroxilación. Producción de hormonas esteroideas mediante el empleo de enzimas del tipo citocromo P450.

8 de enero: Fermentaciones: fundamentos metabólicos. Aplicación de las fermentaciones a procesos productivos: alimentación, industria, farmacología. Obtención de cultivos a escala industrial. Metodologías para el manejo de microorganismos

Aplicaciones de las Biotransformaciones en la industria alimentaria: industria del pan y derivados. Industria de zumos y vinos. Industrias lácteas.

9 de enero: Aplicación de las biotransformaciones en el tratamiento de aguas residuales. Tratamientos de residuos urbanos mediante microorganismos formadores de metano. Eliminación de nitritos y nitratos. Descontaminación de efluentes industriales: alpechín, purinas, lindano. Nuevas estrategias en la degradación de contaminantes. Manipulación genética de microorganismos para la eliminación de crudos, metales pesados, nitrocompuestos, compuestos halogenados.

14 de enero: Reacciones en medios no acuosos

El bloque temático de *Procesos avanzados en la Industria* se impartirá en paralelo al correspondiente a *Biotransformaciones*.

Prueba escrita de los bloques temáticos: Segunda quincena de enero - primera quincena de febrero

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bommarius, Andreas Sebastian. Biocatalysis / A. S. Bommarius , B. R. Riebel. 2nd repr. Weinheim : Wiley-VCH, 2008
- Bornscheuer, Uwe Theo. Hydrolases in organic synthesis : regio- and stereoselective biotransformations / Uwe T. Bornscheuer and Romas J. Kazlauskas . 2nd ed. Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2006
- Enzymes in industry : production and applications / edited by Wolfgang Aehle . 3rd completely rev. ed. Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2007
- Faber, Kurt. Biotransformations in organic chemistry : a textbook / Kurt Faber . 5th rev. and corr. ed.
- Fernández García, Ricardo. Principales obligaciones medioambientales para la pequeña y mediana empresa / Ricardo Fernández García Alicante : Editorial Club Universitario, 2006
- Fernández García, Ricardo. Sistemas de gestión de la calidad, ambiente y prevención de riesgos laborales : su integración / Ricardo Fernández García Alicante : Club Universitario, D.L. 2005
- Fessner, W.D.. Modern Biocatalysis. Stereoselective and Environmentally Friendly Reactions
- Industrial biotransformations / edited by A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey . 2nd completely rev. and extended ed. Weinheim : Wiley-VCH, 2006
- Renneberg, Reinhard. Biotecnología para principiantes / Reinhard Renneberg ; Darja Süàbier (ilustraciones) ; [versión española por Josep Joan Centelles Serra y Magdalena Ferrer Peralta] . Barcelona [etc.] : Reverté, 2008
- Smith, John E.. Biotecnología / John E. Smith ; traducción a cargo de Fernando Escrivá Pons... [et al.] . [1a. ed.] Zaragoza : Acribia, D.L. 2006
- Sustainable development in the process industries : cases and impact / edited by Jan Harmsen, Joseph B. Powell . Hoboken, N.J. : Wiley, c2010