

Guía Docente

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Titulación:	Biología		
Rama de Conocimiento:	Ciencias		
Facultad/Escuela:	Ciencias Experimentales		
Asignatura:	Biocatálisis		
Tipo:	Obligatoria	Créditos ECTS:	6
Curso:	3	Código:	2030
Periodo docente:	Quinto semestre		
Materia:	Ingeniería de Procesos Biotecnológicos		
Módulo:	Herramientas Biotecnológicas		
Tipo de enseñanza:	Presencial		
Idioma:	Castellano		
Total de horas de dedicación del alumno:	150		

Equipo Docente	Correo Electrónico
Bárbara Rodríguez Colinas	barbara.rodriguez@ufv.es

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La biocatálisis es una herramienta de la biotecnología en la que se emplean enzimas como catalizadores en biotransformaciones. En esta asignatura, tras afianzar los conceptos fundamentales sobre biocatalizadores, se estudiará el estado de la biocatálisis hoy en día: las técnicas que permiten desarrollar nuevos y mejores biocatalizadores así como la aplicación de éstos en la industria.

En esta asignatura se revisan los aspectos más relevantes de la utilización de enzimas como catalizadores para la transformación de un determinado sustrato en uno o varios productos. Se pretende dar una visión de conjunto de esta disciplina, tanto en sus aspectos más básicos (caracterización, estabilización, inmovilización, técnicas de

ingeniería genética, etc.) como aplicados (utilización de los biocatalizadores en las industrias alimentaria, química y farmacéutica).

Hoy en día se sabe que en los organismos vivos existe una diversidad de moléculas que juegan el rol de catalizadores. Estas moléculas reciben el nombre de enzimas. Este término fue acuñado por Kühne en 1878 para designar a los extractos de levadura con actividad catalítica. La extensa mayoría de las enzimas son proteínas, aunque también existen moléculas de ácido ribonucleico que poseen actividad catalítica. Estas moléculas de origen biológico con actividad catalítica, aplicadas a alguna reacción sobre algún compuesto en particular, reciben comúnmente el nombre de biocatalizadores.

Análogamente, se puede definir a la biocatálisis como la disciplina que involucra el uso de biocatalizadores en la transformación química de la materia. El compuesto que sufre la transformación en estas condiciones se llama sustrato. Es importante señalar que los sustratos empleados en una reacción biocatalítica no son necesariamente aquellos que son transformados por la enzima en las reacciones que forman parte del metabolismo del organismo del cual proviene la misma. Las enzimas utilizadas en biocatálisis pueden emplearse tanto integradas en el organismo vivo (o sea, usar células enteras o tejidos como biocatalizadores) como aisladas de los mismos con mayor o menor grado de pureza.

También existe otro término asociado al uso de biocatalizadores que se conoce como biotransformación. Una biotransformación puede definirse como cualquier proceso en el cual un organismo vivo modifica un compuesto químico.

Los biocatalizadores reúnen todas las características propias de los catalizadores, con las particularidades que surgen como consecuencia de que los mismos se encuentran preparados para desarrollar su actividad en un medio biológico.

Si bien los biocatalizadores pueden ser empleados en un rango limitado de condiciones, se ha descubierto que éstas pueden exceder por mucho las condiciones en las que normalmente se desarrollan los organismos vivos (medios acuosos de pH y fuerza iónica controlados, temperatura compatible con el crecimiento de un organismo determinado). El empleo de medios no convencionales en biocatálisis permitió extender enormemente su aplicación.

Los biocatalizadores están omnipresentes en la naturaleza. La fuente más abundante y económica son los microorganismos. También es posible aislar enzimas de forma económica de órganos de animales superiores. El reino vegetal es una fuente más limitada de biocatalizadores, con lo que las enzimas y células vegetales se usan menos frecuentemente.

La ingeniería genética, con menos de cuarenta años de antigüedad, permitió incrementar enormemente la disponibilidad de biocatalizadores, tanto en calidad como en cantidad.

En cuanto a su uso en Química Orgánica de síntesis, se demostró su gran versatilidad al ser empleadas en medio no acuoso. Si bien su utilización en medios no convencionales viene extendiéndose desde hace casi treinta años, todavía se siguen encontrando nuevas aplicaciones y nuevas actividades catalíticas (condensaciones aldólicas, adiciones de Michael).

Por todo ello, se considera que la Biocatálisis es una materia esencial para obtener una sólida formación teórica necesaria para el desarrollo de un pensamiento científico global, proporcionando las herramientas necesarias para el análisis profundo de los diferentes problemas y retos biotecnológicos actuales, alcanzando respuestas/soluciones, en un contexto bioético y social.

En particular, los conocimientos adquiridos en ésta son imprescindibles para el desarrollo de la práctica totalidad de un Biotecnólogo y pretende formar personas comprometidas y profesionales competentes, capaces de convertirse en una referencia real para aquellos con los que compartan su actividad diaria. Profesionales que, desde una sólida formación humana, actúen con eficacia y orientados a la acción.

OBJETIVO

Se pretende que el alumno alcance un conocimiento global de la utilización de enzimas (aisladas o integradas en las células) como catalizadores para la transformación de un determinado sustrato en uno o varios productos. Esto se llevará a cabo, tanto en sus aspectos más básicos, como aplicados (utilización de biocatalizadores en las industrias alimentaria, química y farmacéutica)

Los fines específicos de la asignatura son:

Entender las características y propiedades de las enzimas, y comprender los mecanismos de cómo actúan en los procesos biocatalíticos.

Adquirir una visión global de la importancia y el interés existente hoy en día en el trabajo llevado a cabo por los biocatalizadores y su amplia aplicabilidad en los diferentes sectores industriales.

Fomentar la capacidad de análisis y síntesis de artículos científicos relacionados con los contenidos de la materia.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Es recomendable que los alumnos hayan asimilado y aprobado los conocimientos fundamentales de las asignaturas de Química general y Biología celular de primer curso y la asignatura de Bioquímica Metabólica de segundo curso de la titulación de grado de Biotecnología.

CONTENIDOS

Sesiones académicas teóricas.- Consistirán en clases en las que se expondrá, por parte del profesor, los aspectos más aplicados de los temas y dará bibliografía sobre cada uno de ellos. Las clases se impartirán con el soporte de presentaciones que estarán disponibles para los alumnos. A lo largo del curso se impartirán dos seminarios por parte de invitados, que incidirán en los aspectos más novedosos de la biocatálisis. Además de las sesiones teóricas y los seminarios impartidos por especialistas en la materia, la interacción profesor-alumno se prolongará a través de las tutorías individuales con el fin de resolver temas concretos o hacer el seguimiento del trabajo del alumno.

La asignatura se estructura en dos bloques temáticos.

Sección I.- Biocatálisis.

Sección II.- Aplicaciones de los Biocatalizadores.

SECCION I. BIOCATÁLISIS

Tema 1. INTRODUCCIÓN A LA BIOCATÁLISIS. Biocatálisis y Biotecnología blanca. Tipos de biocatalizadores. Empleo de células enteras frente a enzimas aisladas. Estado actual de la Biocatálisis. Producción de enzimas. Seguridad en el manejo de enzimas. Procesos biocatalíticos frente a procesos convencionales.

Tema 2. CONCEPTOS BÁSICOS EN BIOCATÁLISIS. Clasificación de las enzimas. Actividad catalítica. Ecuación de Michaelis-Menten. Frecuencia de recambio. Número de recambio. Selectividad. Especificidad. Efecto del pH y de la temperatura. Inhibición enzimática. Cofactores.

Tema 3. ACTIVIDAD ENZIMÁTICA. Actividad y productividad. Unidades de actividad. Tipos de ensayo. Ensayos espectrofotométricos. Ensayos cromatográficos. Ensayos electroquímicos. Aspectos prácticos

Tema 4. INMOVILIZACIÓN DE ENZIMAS. Ventajas e inconvenientes. Metodologías de inmovilización: adsorción, unión covalente, entrecruzamiento, atrapamiento y microencapsulación. Caracterización de los materiales utilizados. Métodos utilizados para la inmovilización de células enteras. Efectos de la inmovilización sobre la actividad y estabilidad enzimática. Factor de eficacia. Demostración práctica .

Tema 5. ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE BIOCATALIZADORES. Introducción. Factores que afectan a la estabilidad. Bases de la estabilidad. Métodos de estabilización. Enzimas de extremófilos

Tema 6. MEJORA DE BIOCATALIZADORES POR TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE PROTEÍNAS. Evolución dirigida de enzimas. Mutagénesis dirigida. Comparación diseño racional vs. no racional. Aplicaciones

SECCION II. APLICACIONES DE LOS BIOCATALIZADORES.

Tema 7. APLICACIONES DE LOS BIOCATALIZADORES EN LA INDUSTRIA QUÍMICA. Industria de los detergentes. Industria papelera. Industria textil. Síntesis de acrilamida y nicotinamida. Obtención de bioésteres. Síntesis de herbicidas. Producción de biopolímeros. Obtención de ácido glicólico.

Tema 8. APLICACIONES DE LOS BIOCATALIZADORES EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA. Síntesis de antibióticos semisintéticos beta-lactámicos. Preparación de fármacos quirales: resolución de mezclas racémicas.

Tema 9. EMPLEO DE BIOCATALIZADORES EN MEDIOS NO ACUOSOS. Disolventes orgánicos: clasificación, ventajas en biocatálisis, técnicas para su empleo. Fluidos supercríticos. Líquidos iónicos.

Tema 10. APLICACIONES DE LOS BIOCATALIZADORES EN LA TRANSFORMACION DE HIDRATOS DE CARBONO. Clasificación de los carbohidratos. Degradación del almidón: producción de jarabes de maltosa, glucosa y fructosa. Ciclodextrinas. Hidrólisis de lactosa. Obtención de isomaltulosa.

Tema 11. APLICACIONES DE LOS BIOCATALIZADORES EN ALIMENTOS FUNCIONALES, NUTRACÉUTICOS Y COMPLEMENTOS ALIMENTICIOS. Preparación de prebióticos. Triglicéridos estructurados (alimentación infantil, PUFAS, etc.). Obtención de L-aminoácidos. Obtención de L-carnitina.

Tema 12. APLICACIONES DE LOS BIOCATALIZADORES EN OTRAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS. Enzimas como coadyuvantes tecnológicos: panadería, zumos, vino, cerveza, queso. Modificación de lípidos: obtención de grasa de cacao, triglicéridos estructurados, grasas sin ácidos trans y grasas bajas en calorías. Síntesis de edulcorantes. Eliminación de acrilamida en alimentos. Enzimas en alimentación animal.

Tema 13. LOS BIOCATALIZADORES Y SU PAPEL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES. Bioetanol, Biodiesel, Biohidrógeno.

Tema 14. APLICACIONES DE LAS ENZIMAS EN TERAPÉUTICA Y DIAGNÓSTICO. Enzimas terapéuticas: ejemplos. Enzimas en tratamiento de deficiencias metabólicas; enzimas modificadas con PEG. Enzimas en diagnóstico: aminotransferasa, creatina kinasa, fosfatasa, gamma-glutamil transferasa, alfa-amilasa.

PRACTICAS DE LABORATORIO: Inmovilización de enzimas por las técnicas de atrapamiento en redes poliméricas y adsorción en soporte sólido.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

- Como metodología de enseñanza-aprendizaje, se hará uso de la lección magistral, apoyada con tutorías personalizadas para revisar los contenidos explicados en clase o resolver dudas, relacionadas con los contenidos de la asignatura y tutorías a través de la plataforma virtual. (Clases expositivas).
- Se llevarán a cabo clases prácticas, con la realización de experimentos en el laboratorio docente y aula, donde se aplican las técnicas y los conocimientos relacionados con los contenidos de la asignatura. (Clases prácticas).
- Asimismo, se realizarán dos seminarios impartidos por invitados, que incidirán en los aspectos más novedosos de la biocatálisis. (Seminarios)

Se facilitarán a los alumnos los pdf de las presentaciones que sirven de apoyo para la impartición de la asignatura.

Mediante las tutorías el profesor, a requerimiento del alumno y en el horario establecido para ello, resolverá dudas sobre la asignatura.

Las actividades a realizar a lo largo del curso y en la que participarían los alumnos de forma activa incluirían:

- Resolución de cuestionarios y problemas.
- Realización de actividades complementarias dirigidas por el profesor.
- Recopilación de información.
- Manejo de nueva bibliografía relacionada con la asignatura
- Elaboración y presentación oral de un ensayo crítico sobre los objetivos, metodología y resultados de un trabajo científico publicado en revistas internacionales de alto índice de impacto, en relación a las temáticas que se abordan en la materia. (Presentación de trabajos y debate).

Todas estas actividades las realizará el alumno de manera individual o en equipo.

DISTRIBUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE TRABAJO

ACTIVIDAD PRESENCIAL	TRABAJO AUTÓNOMO/ACTIVIDAD NO PRESENCIAL
60 horas	90 horas
Clases expositivas 29h Clases prácticas 15h Seminarios y debate 8h Presentación trabajos 3h Tutorías 1h Evaluación 4h	Estudio teórico 60h Ejercicios 5h Preparación de trabajos 14h Seminarios científicos 10h Preparación de tutorías 1h

COMPETENCIAS

Competencias básicas

Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

Competencias generales

Conocer las aplicaciones de la biotecnología en los campos sanitario, alimentario, agrobiotecnológico, medioambiental y químico.

Adquirir la capacidad de pensamiento analítico, sintético, reflexivo, crítico, teórico y práctico.

Capacidad para la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Saber planificar el tiempo de forma eficaz.

Fomentar la inquietud del saber como herramienta clave dentro del proceso de crecimiento personal y profesional del alumno.

Valorar las ciencias como un hecho cultural.

Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico para procurar un futuro sostenible.

Desarrollar la capacidad y el compromiso del propio aprendizaje y desarrollo personal.

Desarrollar la capacidad de búsqueda, asimilación, análisis, síntesis y relación de información.

Desarrollar hábitos de comunicación oral y escrita.

Adquirir los conocimientos de bioquímica y biología molecular necesarios para el desarrollo de procesos y productos biotecnológicos.

Aplicar los conocimientos teóricos, prácticos y humanos adquiridos en la Universidad a la realización de prácticas en centros de investigación y empresas biotecnológicas.

Competencias específicas

Conocer y comprender la estructura y la función de las enzimas y sus aplicaciones en la industria biotecnológica.

Conocer los principales métodos de modificación química de biomoléculas y las aplicaciones de estas moléculas bioactivas en los distintos campos de la biotecnología.

Saber describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos del trabajo experimental realizado en laboratorio.

Desarrollar hábitos de pensamiento riguroso.

Capacidad de comunicar de forma oral y escrita los conocimientos adquiridos.

Saber aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a la resolución de problemas y casos prácticos relacionados con las distintas materias.

Analizar y sintetizar las ideas y contenidos principales de todo tipo de textos; descubrir las tesis contenidas en ellos y los temas que plantea, y juzgar críticamente sobre su forma y contenido.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Identificar los diferentes tipos de biocatalizadores en cualquier estudio científico e interpretar el mismo para su posterior discusión y debate.

Describir las diversas metodologías de inmovilización de enzimas que se utilizan actualmente.

Reconocer los factores que afectan a la estabilidad de los biocatalizadores y aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de problemas y casos prácticos.

Adquirir capacidad de análisis y síntesis.

Enumerar los biocatalizadores que se aplican en los distintos sectores de la industria (industria química, farmacéutica, alimentaria, producción de biocombustibles).

Desarrollar carácter crítico de pensamiento.

Indicar los diferentes métodos de estabilización de biocatalizadores.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Para la evaluación de la asignatura se tendrá en cuenta el rendimiento del alumno en todas las actividades propuestas a lo largo de curso. Se valorará el trabajo personal de los alumnos, sobre todo en la resolución de cuestiones y ejercicios, su conocimiento general de la materia, su iniciativa y participación en clase y la calidad dialéctica que muestren en sus intervenciones, ya sea a través de sus propias preguntas o de aportaciones a la respuesta de cuestiones planteadas por el profesor o por sus propios compañeros. También se valorará la actitud del alumno hacia el resto de compañeros, en cuanto a respeto hacia ellos y que favorezca el desarrollo adecuado de las clases.

La nota final, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, vendrá dada por la evaluación de un examen que se realizará a final del curso, la nota de la realización del trabajo práctico de laboratorio y la nota del trabajo escrito con presentación oral obligatoria.

1.- Examen de teoría (65%)

El examen incluirá: (1) una serie de preguntas tipo test de comprensión y asimilación general de la asignatura; (2) preguntas teóricas de desarrollo sobre alguno de los contenidos del programa; (3) una cuestión sobre alguna de las aplicaciones concretas de la biocatálisis; y (4) ejercicios prácticos. Representará el 65% de la calificación final.

2.- Realización de trabajo práctico de laboratorio (20%)

LA ASISTENCIA A LAS SESIONES PRÁCTICAS DE LABORATORIO ES OBLIGATORIA. Se evaluará el modo en que el alumno se desenvuelve en el laboratorio, su comportamiento durante el desarrollo de las prácticas, la capacidad de tratar e interpretar los resultados obtenidos reflejados en un informe de entrega obligatoria. La realización del trabajo práctico de laboratorio representará el 20% de la nota final.

3.- Presentación del trabajo escrito y exposición oral (15%)

Se evaluará la presentación del trabajo de un artículo científico realizado de forma individual o en equipo, tanto trabajo escrito como exposición oral. Los trabajos presentados por los alumnos representarán un 15% de la nota final de la asignatura.

La materia se aprobará cuando la nota final obtenida, una vez aplicados los pesos estadísticos de cada una de estas partes, sea igual o superior a 5 (sobre 10). Se marcará una nota mínima (entre 4,5-5) en cada uno de estos apartados para aplicar los pesos estadísticos y por tanto, poder aprobar la materia.

Si algún alumno no superara la nota mínima exigida en alguno de los apartados mencionados en la convocatoria ordinaria, no podrá aprobar la materia y deberá recuperar esa(s) parte(s) en la convocatoria extraordinaria. Sin

embargo, se le guardarán las notas del resto de los apartados, siempre y cuando superen el 5, hasta la convocatoria extraordinaria. Para esta convocatoria extraordinaria, se podrá acceder a la recuperación del trabajo de prácticas de laboratorio a través de un examen específico el mismo día del examen teórico, y para recuperar el apartado del trabajo del artículo científico habrá que presentar trabajo escrito y realizar exposición oral antes de la convocatoria extraordinaria.

El sistema de evaluación para estudiantes que se matriculan por segunda vez (o superiores) en la asignatura será exactamente igual que para los estudiantes de primera matrícula, si bien será necesario que contacten con el profesor de la materia para informarse de posibles criterios de evaluación específicos para cada caso.

BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

Básica

Biocatalysts and Enzyme Technology. Buchholz, K., Kasche, V., and Bornscheuer, U.T.,

Wiley-VCH, Weinheim, 2005.

Encyclopedia of Catalysis. Horváth, I.T., Ed., Wiley-Interscience, New York., 2003.

Biocatalysis: Fundamentals and applications. Bommaris, A.S. and Riebel, B.R., Wiley-VCH, Weinheim, 2004.

Complementaria

Las Enzimas. Francisco J. Plou. Ed. CSIC; Los libros de la Catarata. Madrid. 2016.

Microbiota. Los microbios de tu organismo. Ignacio López-Goñi. Ed. Guadalmazán. 2018.

Cinética enzimática, H.N. Christensen & G.A. Palmer, Ed. Reverte, Barcelona, 1980.

Handbook of Industrial Biocatalysis, C.T. Hou, Ed., Taylor & Francis, Boca raton, 2005.

Enzyme Technology, A. Pandey, C. Webb, C.R. Soccol, C. Larroche, Eds., Springer, New York, 2006.

Estructura de proteínas, C. Gomez-Moreno and J. Sancho, Ariel Ciencia, Barcelona, 2003.

Carrier-bound immobilized enzymes. Cao, L., Wiley-VCH, Weinheim, 2005.

Biocatalysts for the fine chemical synthesis, Roberts S.M. et al., Wiley VCH, Weinheim, 1999.

Basic concepts of Bio-Technology. Rock Fredrick. Global Media. 2010.

Biocatalysis for the Pharmaceutical Industry: Discovery, development and manufacturing. Tao J., Liese A. Wiley. 2009.