



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Biotecnología Enzimática / Enzyme Biotechnology

### 1.1. Código / Course number

18240

### 1.2. Materia / Content area

Optativas / Elective subjects

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso / Year

4º / 4<sup>th</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º / 2<sup>ne</sup> (Spring semester)

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

### 1.8. Número de créditos / Credit allotment

6 créditos ECTS / 6 ECTS credits



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

## 1.9. Requisitos previos / Prerequisites

Es aconsejable haber cursado y aprobado asignaturas como química, microbiología y bioquímica. *It is advisable to have passed courses on general and organic chemistry, biochemistry and microbiology.*

Disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / *Students must have a suitable level of English to read references in the language.*

## 1.10. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia es muy recomendable / *Attendance is highly advisable*

La asistencia a los seminarios es obligatoria en un 100% / *Attendance to 100% of the seminars is mandatory*

## 1.11. Datos del equipo docente / Faculty data

Docente(s) / *Lecturer(s)* Aurelio Hidalgo

Departamento de Biología Molecular / *Department of Molecular Biology*

Facultad de Ciencias, Edif. Biología / *Faculty of Sciences, Biology Building*

Despacho C-020 / *Office C-020*

Teléfono / *Phone*: +34 91 497 8090

Correo electrónico / *Email*: aurelio.hidalgo@uam.es

Página web / *Website*: <https://moodle.uam.es/user/view.php?id=11940&course=1>

Horario de atención al alumnado / *Office hours*: a demanda / *upon demand*

## 1.12. Objetivos del curso / Course objectives

### Competencias específicas:

- Explicar correctamente el concepto de química verde o química sostenible y la contribución de la biocatálisis a la misma.
- Definir y clasificar biotecnología, biotecnología enzimática
- Enumerar y explicar las diferentes fuentes y maneras de obtención de enzimas para su uso industrial
- Conocer y explicar los diferentes sistemas microbianos de expresión de proteínas, razonando sus particularidades, ventajas e inconvenientes.
- Describir y razonar los perfiles de producción de enzimas en función del crecimiento microbiano.
- Explicar los diferentes tipos de bioreactor y configuración, razonando sus ventajas e inconvenientes
- Conocer los métodos de inmovilización de enzimas, razonando sus ventajas e inconvenientes.



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

- Explicar el efecto de los distintos disolventes sobre las reacciones enzimáticas
- Definir y explicar los conceptos de síntesis enzimática bajo control cinético y termodinámico
- Describir ejemplos del uso de distintas clases de enzimas en reacciones y procesos de interés industrial
- Explicar las diferentes metodologías para la ingeniería de proteínas, razonando sus ventajas e inconvenientes.

#### Competencias transversales:

- Argumentar en base a evidencias científicas
- Expresión oral y argumentación en público
- Comprensión de textos científicos
- Presentación en formato poster

### 1.13. Contenidos del programa / **Course contents**

Tema 1: Introducción a la biotecnología enzimática. Definición de Biotecnología: multidisciplinariedad. Biotecnología enzimática y perspectiva histórica. Aspectos sociales y económicos: bioeconomía basada en el conocimiento y química sostenible.

Tema 2: Aspectos esenciales de estructura y cinética enzimáticas. Nomenclatura. Cinética enzimática. Mecanismos de reacción. Estructura y plegamientos. Factores que afectan a los mecanismos de reacción: pH, temperatura, estabilidad, inhibición, inactivación. Ensayo enzimático

Tema 3: Producción y purificación de enzimas a escala industrial: Fuentes convencionales de enzimas naturales y recombinantes. Expresión recombinante. Nuevas fuentes de enzimas industriales: biodiversidad y metagenómica. Producción industrial de enzimas. Mercado y productores mundiales de enzimas.

Tema 4: Reacciones enzimáticas industriales. Fundamentos de las reacciones enzimáticas industriales. Ingeniería del biocatalizador: inmovilización de enzimas y modificación química. Tipos de biorreactores enzimáticos. Medio de reacción: disolventes, codisolventes, líquidos iónicos y fluidos supercríticos.

Tema 5: Ingeniería de proteínas. Espacio de secuencia. Mejora de enzimas mediante técnicas de mutagénesis y selección: evolución dirigida y diseño



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

racional. Métodos de *screening* y selección. Promiscuidad catalítica. Exposiciones en formato póster: casos prácticos de ingeniería de proteínas.

Tema 6: Biocatálisis. Regio- estereo- y enantioespecificidad, selectividad. Lipasas y esterasas. Síntesis de glicoconjugados. Reciclado de cofactores. Oxidorreductasas.

Tema 7: Aplicaciones prácticas de los biocatalizadores .

Sector química fina y farmacia: bloques de síntesis de fármacos y compuestos para química fina. Sector limpieza: detergentes, detergentes a baja temperatura, aditivos al lavado, protectores del color y del tejido, productos de limpieza. Industria textil y de curtido: tratamiento de tejidos, coloración/decoloración, tratamiento de pieles. Sector agroalimentario: modificación de lípidos para alimentos funcionales, eliminación de lactosa en lácteos, panadería. Sector medioambiental. Sector sanitario: fármacos enzimáticos. Enzimas en aplicaciones biotecnológicas: termozimas, polimerasas, etc. Biosensores enzimáticos

Chapter 1: Introduction to enzyme biotech. Biotech as a multidisciplinary science. Brief history of enzyme biotech. Social and economic issues: Knowledge-based bioeconomy and sustainability.

Chapter 2: Enzymology overview. Enzyme kinetics. Typical enzyme folds. Reaction mechanisms. Factors that affect enzyme kinetics: pH, temperature, stability, inhibition, activation.

Chapter 3: Enzyme production and purification. Conventional sources of enzymes. New sources of industrial enzymes: biodiversity and metagenome. Industrial production of enzymes. Worldwide market and producers of enzymes.

Chapter 4: Industrial enzymatic reactions. Fundamentals of industrial reactions. Enzyme immobilization and chemical modification. Enzyme bioreactors. Reaction médium engineering. Enzyme reactions in unconventional media.

Chapter 5: Protein Engineering. Improvement of enzymes by mutagenesis and selection: directed evolution and rational design. Mutagenesis methods. Screening and selection methods. Catalytic promiscuity. Industrialized examples.



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

Chapter 6: Fundamentals of Biocatalysis. Regio-, stereo-, enantioselectivity of enzymatic reactions. Lipases and esterases. Oxidoreductases. Cofactor recycling. Nitrile hydratase. C-C bond formation.

Chapter 7: Practical applications of enzymes in the industry. Fine chemistry and pharma industries: building blocks for organic syntheses. Detergents, low temperature activity, wash additives, color and fabric protection, cleaning products. Textile and tanning industries: fabric treatments, dyeing, leather tanning. Food and agriculture: Lipid modification for functional goods, lactose removal, bakery. Enzyme-based drugs. Enzymes for research: thermozymes, polymerases, etc. Enzyme biosensors

## 1.14. Referencias de consulta / Course bibliography

- Aehle, W. (ed.) (2007) *Enzymes in industry. Production and applications*, 3<sup>rd</sup> ed. Wiley-VCH, Weinheim.
- Bornscheuer, U.T. and Kazlauskas, R.J. (2005) *Hydrolases in organic synthesis: regio- and stereoselective biotransformations*. 2nd ed. Wiley-VCH, Weinheim.
- Reymond, J.-L. (ed.) (2006) *Enzyme Assays: High-throughput screening, genetic selection and fingerprinting*. Wiley-VCH, Weinheim
- Bommarius, A.S. and Riebel, B.R. (2004) *Biocatalysis. Fundamentals and Applications*. Wiley-VCH, Weinheim
- Liese, A., Seelbach, K. and Wandrey, C. (eds.) (2006) *Industrial biotransformations*. Wiley-VCH, Weinheim
- Bornscheuer, U.T., Buchholz, K. y Kasche, V. *Biocatalysts and enzyme technology*. Wiley-VCH, Weinheim.
- Schmid, R. D. (2003) *Pocket guide to Biotechnology and Genetic Engineering*. Wiley-VCH, Weinheim.
- Recursos disponibles en el curso correspondiente de Moodle / [Resources available through the corresponding Moodle course](#)

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

1. Clases teóricas: exposición oral por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema. En las sesiones se utilizará material audiovisual (presentaciones) disponible en la página de docencia en red. Estos esquemas no pueden sustituir en ningún caso a las lecturas obligatorias detalladas en la guía docente.



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

2. Seminarios: sesiones monográficas sobre aspectos del temario o tareas encomendadas al estudiante. Se contemplan los siguientes contenidos para los seminarios:

- a) Talleres de ejercicios: realización de ejercicios en el aula bajo la supervisión del profesor (aprendizaje cooperativo, casos prácticos, aprendizaje basado en problemas)
- b) Corrección de ejercicios: exposición oral por parte de los alumnos de ejercicios resueltos durante el tiempo de estudio personal.

Los seminarios estarán reflejados en el cronograma del curso y se anunciarán con antelación en la página de docencia en red.

3. Estudio personal: aprendizaje autónomo académicamente dirigido por el profesor a través de las tareas publicadas en la página de docencia en red.

1. Lectures: dissertation by the lecturer on the main issues of every chapter. The audio and visual material used in the lectures will be made available through the e-learning website. These presentations do not substitute the compulsory reading material detailed in the guide.

2. Seminars: monographic sessions on specific topics or tasks. Seminars may include the following:

- a) Active-learning activities: Cooperative learning, practical cases, problema-based learning carried out in situ under teacher supervision
- b) Problem solving: Discussion led by students on problems or exercises solved outside of the classroom.

Seminars are shown in the chronogram and will be previously announced in the e-learning website.

3. Study: Self-guided learning using course materials, e-learning platform and other suitable materials.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	34 h (23%)	50 h (33%)
	Clases prácticas		
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	5 h (3%)	



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

	Seminarios	8 h (5%)	
	Realización del examen final	3 h (2%)	
No presencial	Realización de actividades prácticas	24 h (16%)	100 h (66%)
	Estudio semanal (2 h x 14 semanas)	28 h (19%)	
	Preparación del examen	40 h (27%)	
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS</b>		<b>150 h</b>	

		No. of hours	Percentage
In class	Lectures	34 h (23%)	50 h (33%)
	Lab sessions		
	Scheduled tutoring sessions	5 h (3%)	
	Seminars	8 h (5%)	
	Final exam	3 h (2%)	
At home	Exercises	24 h (16%)	92 h (66%)
	Weekly study (2h x 14 weeks)	28 h (19%)	
	Preparation for exams	40 h (27%)	
<b>Total workload: 25 hrs x 6 ECTS</b>		<b>150 h</b>	

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

- Convocatoria Ordinaria:
  - Examen final = 40% (nota mínima 5.0 para promediar)
  - Actividades de evaluación continua = 30%
  - Trabajo individual o en grupo = 20% (Exposición, póster 10% cada uno)
  - Actividad en plataforma de docencia en red = 10%
- Convocatoria Extraordinaria:
  - Se conserva la nota del trabajo (20%) y se repetirá el examen final (40%) y un compendio de actividades similares a las actividades de evaluación continua (30%).

El estudiante que haya participado en menos del 20% de las actividades de evaluación será calificado como “No evaluado”



Asignatura: Biotecnología Enzimática  
Código: 18240  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Bioquímica  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

- Final Examination = 40% (pass grade 5.0)
- Exercises at home or during seminars (practical cases, problems, questionnaires) = 20%
- June Examination: grade for the term paper (30%), will be retained, while both the final exam (40%) and a compilation of class activities (20%) may be repeated.
- Participation in less than 20% of the evaluated activities will result in being graded as “Not Evaluated”.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1-2	Introducción / Introduction	6	12
3-4	Obtención y producción de enzimas a escala industrial / <i>Discovery, purification and production of enzymes at the industrial scale</i>	6	12
5-8	Ingeniería de proteínas / Protein engineering	12	24
9-10	Biocatálisis / <i>Biocatalysis</i>	6	12
11-12	Aspectos legales y económicos / <i>Legal and economics aspects of (enzyme) biotechnology</i>	6	10
13-14	Aplicaciones industriales de las enzimas / <i>Industrial applications</i>	6	22

\*Este cronograma tiene carácter orientativo