



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

1. 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 / 4th

1.6. Semestre / Semester

2º / 2^{ne} (Spring semester)

1.7. Número de créditos / Credit allotment

6 créditos ECTS / 6 ECTS credits

1.8. 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.



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

1.9. 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**

1.10. 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

Páginas web / **Websites:**

<https://moodle.uam.es/user/profile.php?id=780>

<http://uam.scimarina.com/ipublic/agent-personal/profile/iMarinaID/04-261795/name/HIDALGO%20HUERTAS,%20AURELIO>

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

El resto del profesorado implicado en la asignatura puede consultarse en la página web del título:

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671468321/listadoCombo/Profesorado.htm>

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de esta asignatura es conseguir que los alumnos adquieran una formación básica teórica en biotecnología enzimática que facilite que el estudiante a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, al finalizar el mismo sea capaz de:

- 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



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

- Conocer los diferentes sistemas microbianos de expresión de proteínas, razonando sus particularidades, ventajas e inconvenientes para un supuesto práctico dado.
- Explicar los diferentes tipos de bioreactor para reacciones enzimáticas y modo de operación, razonando sus ventajas e inconvenientes
- Analizar las ventajas e inconvenientes de los diferentes métodos de inmovilización de enzimas
- Analizar 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
- Razonar las ventajas e inconvenientes de diferentes metodologías para la ingeniería de proteínas

- Argumentar en base a evidencias científicas (CT1) y exponer dichos argumentos de manera oral (CT9)
- Comprender y criticar textos científicos propios de la disciplina (CT8)
- Presentar resultados de investigación en formato póster (CT9)

Competencias específicas

CE27.- Comprender los aspectos básicos del diseño de experimentos en el área de la Bioquímica y Biología Molecular, entendiendo las limitaciones de las aproximaciones experimentales.

CE28.- Capacidad para transmitir información dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la elaboración, redacción y presentación oral de un informe científico.

Competencias generales

CG2.- Saber aplicar los conocimientos en Bioquímica y Biología Molecular al mundo profesional, especialmente en las áreas de investigación y docencia, y de actividades biosanitarias, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas en el ámbito de las Biociencias Moleculares utilizando el método científico.

CG3.- Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas en distintos temas relevantes en el ámbito de las Biociencias Moleculares.

CG4.- Capacidad para transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado

Competencias transversales

CT1.- Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.

CT2.- Capacidad para trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.

CT8.- Capacidad de lectura de textos científicos en inglés.

CT9.- Capacidad de comunicar información científica de manera clara y eficaz, incluyendo la capacidad de presentar un trabajo, de forma oral y escrita, a una audiencia profesional, y la de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas.

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



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

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.

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



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

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: thermozyms, polymerases, etc. Enzyme biosensors

1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

- Ahle, W. (ed.) (2007) *Enzymes in industry. Production and applications*, 3rd 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.
2. Seminarios: sesiones monográficas sobre aspectos del temario o tareas encomendadas al estudiante. Se contemplan los siguientes contenidos para los seminarios:



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

- 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%)	
	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%)	



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

Preparación del examen	40 h (27%)
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS	150 h

		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%)	
Total workload: 25 hrs x 6 ECTS		150 h	

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

La formación adquirida por el estudiante será evaluada a lo largo del curso mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

- Convocatoria Ordinaria:
 - Examen final = 40% (nota mínima 5.0 para promediar)
 - Actividades individuales de evaluación continua = 30%
 - Actividades de trabajo en grupo = 30%
- Convocatoria Extraordinaria:
 - Se conserva la nota del trabajo (30%) y se repetirá el examen final (40%) y un compendio de actividades similares a las actividades de evaluación continua (30%).

Las competencias relacionadas con la asimilación de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas concretos (CG2), casos prácticos (CG3) así como el análisis crítico de las distintas opciones metodológicas disponibles (CE27) se evaluarán mediante un examen escrito final y realización de ejercicios en clase que incluyen



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

preguntas de niveles 1-6 de la taxonomía de Bloom del aprendizaje y casos prácticos.

Las competencias relacionadas con habilidades para exponer resultados de investigación (CG4, CE28, CT9, CT2) dentro de la disciplina de la biotecnología enzimática se evaluarán mediante la realización de un póster.

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

- Final Examination = 40% (pass grade 5.0)
- Exercises at home or during seminars (practical cases, problems, questionnaires) = 30%
- Group work activities = 30%

- June Examination: grade for the term papers (30%), will be retained, while both the final exam (40%) and a compilation of class activities (30%) 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 / Discovery, purification and production of enzymes at the industrial scale	6	12
5-8	Ingeniería de proteínas / Protein engineering	12	24
9-10	Biocatálisis / Biocatalysis	6	12
11-12	Aspectos legales y económicos / Legal and economics aspects of (enzyme) biotechnology	6	10
13-14	Aplicaciones industriales de las enzimas / Industrial	6	22



Asignatura: Biotecnología Enzimática
Código: 18240
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Bioquímica
Curso Académico: 2017 - 2018
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 créditos ECTS

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
	applications		

*Este cronograma tiene carácter orientativo