



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1. ASIGNATURA / COURSE TITLE

INGENIERIA DE PROCESOS BIOTECNOLOGICOS/ BIOTECHNOLOGY PROCESS ENGINEERING

### 1.1. Código / Course Code

16568

### 1.2. Materia / Content area

Intensificación Tecnológica (Módulo de Intensificación)

### 1.3. Tipo / Type of course

Optativa / Elective

### 1.4. Nivel / Level of course

Grado / Bachelor

### 1.5. Curso / Year of course

4º / 4<sup>th</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

1<sup>er</sup> Semestre / 1<sup>st</sup> (Fall 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. Requisitos Previos / Prerequisites

Se recomienda que los estudiantes hayan cursado las asignaturas de Fundamentos de Ingeniería Química, Biología y Bioquímica, Ingeniería de las reacciones homogéneas e Ingeniería de las reacciones heterogéneas/ Previous courses recommended: Chemical Engineering Fundamentals, Biology and Biochemistry, Chemical Reaction Engineering: Homogeneous and Processes Chemical Reaction Engineering: Heterogeneous Processes.



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

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

La asistencia es obligatoria al menos en un 80% / **Attendance at a minimum of 80% of in-class sessions is mandatory**

La asistencia a las clases prácticas en aula, prácticas de laboratorio y de campo es obligatoria/ **Attendance of the seminars, tutorials, labs and factory visits is mandatory**

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty Data**

Docente / **Lecturer:** Montserrat Tobajas Vizcaíno (Coordinadora)

Departamento de Química Física Aplicada/ **Department of Applied Physics Chemistry**

Sección Departamental de Ingeniería Química / **Chemical Engineering Section**

Facultad de Ciencias / **Science Faculty**

Despacho 601 - Módulo 8 / **Office 601- Module 8**

Teléfono / **Phone:** +34 914977606

Correo electrónico / **Email:** montserrat.tobajas@uam.es

Página web / **Website:** <http://www.uam.es/departamentos/ciencias/ingquim/>

Horario de atención al alumnado/**Office hours:** previous appointment by email

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

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671470698/listadoCombo/Profesorado.htm>

## 1.11. OBJETIVOS DEL CURSO / **OBJETIVE OF THE COURSE**

La asignatura de Ingeniería de Procesos Biotecnológicos tiene por objeto que los estudiantes sean capaces de aplicar conocimientos básicos de la Ingeniería y la Ciencia a la producción de bienes y servicios utilizando procesos en los que intervengan fundamentalmente enzimas y microorganismos. Se dotará al estudiante de las herramientas necesarias para realizar un estudio cinético y diseño de biorreactores a utilizar en los procesos biotecnológicos.

A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, se busca conseguir que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

1. Definir y conocer la importancia de la Biotecnología y su relación básica con distintas disciplinas científicas y técnicas.
2. Conocer las características generales de la catálisis enzimática. Aplicar modelos sencillos para estudiar la cinética de las reacciones enzimáticas así como el efecto de la presencia de inhibidores.
3. Aplicar balances de materia y energía junto a la cinética de reacción en el diseño de reactores enzimáticos ideales: discontinuos y continuos, y compararlos de forma cualitativa y cuantitativa.
4. Analizar las ventajas e inconvenientes de la inmovilización de biocatalizadores así como evaluar las posibles limitaciones a la transferencia de materia.
5. Aplicar modelos estequiométricos y cinéticos sencillos a reacciones microbianas. Conocer los aspectos básicos de diseño de biorreactores.
6. Analizar los fenómenos de transporte implicados en las reacciones microbianas a partir del estudio de la aeración, agitación y esterilización y sus efectos en el cambio de escala.
7. Conocer los fundamentos de las etapas de aislamiento y las operaciones de acondicionamiento de los productos obtenidos en procesos biotecnológicos.
8. Describir distintos reactores y tecnologías aplicados en procesos biotecnológicos industriales tanto tradicionales como no convencionales.

Esta asignatura permitirá al estudiante profundizar en aspectos concretos de la siguiente competencia específica del título:

CE19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

Además, estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, en el campo de la Ingeniería Industrial.

CB1. 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



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CT3. Demostrar conciencia sobre la responsabilidad de la aplicación práctica de la Ingeniería, el impacto social y ambiental, y compromiso con la ética profesional, responsabilidad y normas de la aplicación práctica de la ingeniería.

## 1.12. Contenidos del Programa / Course Contents

### Biología

**Tema 1. Introducción a la Biotecnología Industrial.** Definición y perspectiva histórica de la biotecnología. Areas de interés de la biotecnología. Significación e importancia.

**Tema 2. Aplicación a los Bioprocesos.** Tipos de procesos. Esquema de un proceso biotecnológico. Medios de cultivo.

### Reacciones Enzimáticas

**Tema 3. Cinética Enzimática.** Catálisis enzimática. Cinética de reacciones enzimáticas con un sólo sustrato. Ecuación de Michaelis-Menten. Determinación de los parámetros cinéticos. Reacciones Enzimáticas con Inhibición. Cinética de reacciones enzimáticas con más de un sustrato. Efecto de la temperatura y el pH. Medida de concentración de enzima.

**Tema 4. Reactores enzimáticos** Balances de materia y energía. Clasificación de reactores. Reactores discontinuos. Reactores continuos: mezcla completa y flujo pistón. Reactores con recirculación.

### Biocatalizadores Inmovilizados

**Tema 5. Biocatalizadores Inmovilizados.** Inmovilización: ventajas e inconvenientes. Tipos de inmovilización. Cinética de biocatalizadores inmovilizados. Limitación por transferencia de materia externa. Limitación por difusión interna.

### Reacciones Microbianas

**Tema 6. Reacciones Microbianas.** Estequiometría del crecimiento microbiano: Descripción metabólica y modelo macroscópico de "Caja Negra". Estequiometría de formación de productos. Rendimientos.



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

**Tema 7. Cinética Microbiana.** Fases de crecimiento microbiano discontinuo. Modelos de crecimiento celular. Modelo de Monod. Determinación de parámetros cinéticos. Modelos para inhibición. Cinética de formación de productos y consumo de sustratos. Fase de decaimiento celular.

**Tema 8. Procesos de transporte.** Aeración. Determinación del coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno. Factores que afectan al transporte. Agitación, tipos de agitadores. Número de potencia. Esterilización: técnicas.

**Tema 9. Reactores para microorganismos.** Características y tipos de biorreactores. Aspectos básicos del diseño. Reactores convencionales tipo tanque agitado, con recirculación y asociaciones. Biorreactores no Convencionales.

#### **Operación y escalado de biorreactores**

**Tema 10. Operación y cambio de escala.** Instrumentación: Sensores de parámetros físicos y químicos. Análisis de sustratos y productos. Biosensores. Factores que intervienen en el cambio de escala. Consecuencias. Métodos de cambio de escala.

#### **Procesos de Separación y purificación de productos**

**Tema 11. Procesos de separación y purificación.** Características. Etapas de aislamiento y operaciones de separación. Disrupción celular, separación de insolubles, concentración y purificación.

#### **Aplicaciones industriales**

**Tema 12. Aplicaciones de bioprocesos.** Procesos con células vegetales y animales. Procesos con cultivos mixtos: Tratamiento de aguas residuales. Bioprocesos industriales tradicionales: Procesos anaerobios y procesos aerobios.

### **1.13. Referencias de Consulta / Recommended Reading.**

- B. Atkinson. "Reactores Bioquímicos". Ed. Reverte. 1986
- J. Bu'Lock y B. Kristiansen "Biotecnología Básica". Ed. Acribia. 1991.
- M. Díaz. "Ingeniería de Bioprocesos". Ed. Paraninfo. 2012.
- P.M. Doran. "Principios de ingeniería de los bioprocesos" Ed. Acribia. 1998.



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

- W.H. Elliot y D.C. Elliot “Biochemistry and Molecular Biology”. Oxford University Press. 1997
- D. Freifelder “Fundamentos de Biología Molecular”. Ed. Acribia. 1988.
- F. Godia y J. Lopez. “Ingeniería Bioquímica”. Ed Síntesis. 1998.
- M. L. Shuler y F. Kargi “Bioprocess Engineering”. Ed. Prentice Hall PTR. 2007.
- M.D. Trevan, S. Boffey, K. H. Goulding y P. Stanbury “Biotecnología: Principios Biológicos”. Ed. Acribia. 1989.
- J.M. Walker y E.B. Gingold. “Biología Molecular y Biotecnología”. Ed. Acribia. 1997.
- A. Wiseman “Manual de Biotecnología de los Enzimas”. Ed. Acribia. 1991.

## 2 Métodos Docentes / Teaching methods

### Actividades formativas:

- *Clases magistrales*: consistirán de forma prioritaria en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada y sistemática el temario de la asignatura y se resolverán de forma detallada problemas seleccionados que ejemplifiquen la puesta en práctica de los contenidos teóricos, cuyos enunciados estarán a disposición del alumnado con la suficiente antelación. Se utilizarán de manera habitual materiales multimedia que estarán a disposición de los alumnos en la página virtual de la asignatura. De esta actividad deriva un trabajo personal del estudiante que se estima en 1-3h por cada hora de clase.
- *Clases prácticas en aula*: Las clases se dedicarán a la resolución y discusión de ejercicios y supuestos prácticos. Estas clases tienen como objetivo la participación activa del alumnado, tanto en la reflexión y trabajo previo a la clase, como en la discusión en el aula.
- *Problemas y casos prácticos*: Resolución y entrega de un conjunto de problemas y casos prácticos seleccionados.
- *Clases prácticas de laboratorio y clases con medios informáticos*: El alumno aplicará los conocimientos adquiridos en clases teóricas así como el tratamiento matemático de los datos tomados.
- *Prácticas de campo*: Los estudiantes realizarán visitas a industrias de interés biotecnológico, lo que les proporcionará la oportunidad de ampliar los conocimientos aprendidos en el aula.



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

- *Informes*: Redacción individual de memorias relativas a prácticas de laboratorio, casos prácticos y trabajos sobre temas actuales relacionados con la Ingeniería de Bioprocesos.
- *Tutorías*: Se realizarán de forma individual o en grupos reducidos. En ellas, el profesor hará un seguimiento del proceso de aprendizaje y se resolverán las dudas de los alumnos orientándolos sobre los métodos de trabajo más útiles para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos.

En el desarrollo de las actividades no presenciales se aprovecharán las prestaciones que brinda la plataforma Moodle para la presentación de contenidos (transparencias, hojas de problemas, ejemplos, problemas resueltos, etc.).

### 3 Tiempo estimado de Trabajo del Estudiante / Estimated workload for the student

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	40 h (25,7%)	47,7%= 73h
	Clases prácticas de resolución de problemas		
	Tutorías	2 h (1,3%)	
	Clases prácticas en aula	6 h (4%)	
	Prácticas de laboratorio	6 h (4%)	
	Prácticas en aula de informática	3 h (2%)	
	Prácticas de campo	10 h (6,7%)	
	Actividades de evaluación	6 h (4%)	
No presencial	Informes	10 h (6,7%)	51,3%= 77h
	Problemas y casos prácticos	10 h (6,7%)	
	Estudio semanal (4 hx11 sem)	42 h (28%)	
	Preparación del examen	15 h (10%)	
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas X 6 ECTS</b>		<b>150 h</b>	



## 4 Métodos de Evaluación y Porcentaje en la Calificación Final / **Assessment Methods and Percentage in the Final marks**

Los resultados de aprendizaje relacionados con los contenidos específicos de la asignatura (Competencia CE19) se evaluarán a lo largo del curso mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

Sistema de Evaluación	Ponderación Convocatoria Ordinaria	Ponderación Convocatoria Extraordinaria
Resolución de problemas y casos prácticos	20%	20%
Realización de prácticas de laboratorio y con medios informáticos	10 %	10 %
Realización de trabajos e informes	10 %	10 %
Examen	60%	60%

Enmarcadas en el contexto de la asignatura, además de la competencia específica, se evaluará la adquisición de competencias básicas, generales y transversales de la titulación según se describe a continuación:

Resolución de problemas y casos prácticos: Los estudiantes trabajarán de manera individual o en grupos reducidos entregando por escrito la tarea propuesta, que se resolverá y discutirá en clase. La propuesta de trabajo estará a disposición de los estudiantes con suficiente antelación. El objetivo será evaluar la capacidad de aplicar los contenidos teóricos a la resolución de problemas concretos, el razonamiento crítico y la capacidad de argumentación (competencias CG3 y CG4).

Realización de prácticas de laboratorio o con medios informáticos: Los guiones de prácticas estarán a disposición de los alumnos con suficiente antelación. Los estudiantes trabajarán en grupos. Se valorará la participación en las prácticas de laboratorio así como la aplicación de los contenidos teóricos a la capacidad de análisis y el razonamiento crítico (competencias CG4).

Realización de trabajos e informes: Se valorará la realización y presentación de trabajos sobre temas actuales relacionados con la aplicación de los bioprocesos en los que se considere el impacto social y ambiental. En esta actividad también se desarrollarán las competencias relacionadas con la presentación e





Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

interpretación de resultados obtenidos durante las prácticas de laboratorio y la capacidad de análisis y síntesis (competencias CB1, CG3 y CT3).

Examen final: se realizará un examen a la finalización del semestre, en la fecha aprobada por la Junta de Facultad y publicada en el horario. En esta prueba se evaluarán los resultados de aprendizaje relacionados con la asimilación de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas concretos, fundamentalmente relacionados con las competencias CB1 y CE19.

Para que los porcentajes indicados anteriormente sean aplicables, los estudiantes deberán superar al menos un 40% del examen final.

El estudiante que no realice examen y que haya participado en conjunto, en menos de un 20% de las actividades correspondientes a la evaluación frecuente será calificado en la convocatoria ordinaria como “No Evaluado”.

En la convocatoria extraordinaria se mantendrá la puntuación obtenida en las clases prácticas en aula y en las prácticas de laboratorio y con medios informáticos realizados durante el curso.

## 5 Cronograma de Actividades (opcional) / Activities Chronogram (optional)

Los tiempos establecidos para cada uno de los bloques es aproximado, pudiendo variar ligeramente según la necesidad de afianzar conocimientos en algún bloque en concreto. Con carácter general, la distribución sería:

Bloque Temático	Clases
Biología	Clases teóricas en aula: 2 horas
Reacciones Enzimáticas	Clases teóricas en aula: 6 horas Clases problemas: 5 horas Clases prácticas en aula: 2 horas
Biocatalizadores Inmovilizados	Clases teóricas en aula: 2 horas Clases problemas: 1 hora
Reacciones Microbianas	Clases teóricas en aula: 7 horas Clases problemas: 6 hora Clases prácticas en aula: 2 horas



Asignatura: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos  
Código: 16568  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

Operación y Escalado de Biorreactores	Clases teóricas en aula: 2 horas Clases problemas: 1 horas
Procesos de Separación y Purificación de Productos	Clases teóricas en aula: 2 horas Clases problemas: 1 hora
Aplicaciones Industriales	Clases teóricas en aula: 2 horas Clases prácticas en aula: 1 horas
Prácticas de laboratorio	6 horas
Prácticas en aula de informática	3 horas
Prácticas de campo	2 Visitas a empresa: 10 horas
Tutorías	2 horas
Examen Final. Convocatoria ordinaria	3 horas
Examen Final. Convocatoria extraordinaria	3 horas

Este cronograma tiene carácter orientativo.