

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	INGENIERÍA DE BIOPROCESOS (COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN)		
Materia	INGENIERIA DE PROCESOS QUÍMICOS		
Módulo	(vacío)		
Titulación	MÁSTER EN INGENIERÍA QUÍMICA		
Plan	542	Código	53933
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	1º
Créditos ECTS	4,5 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	MARÍA TERESA GARCÍA CUBERO ¹ MARÍA DEL MAR PEÑA MIRANDA ¹ ANA MARÍA TESTERA GORGOJO ² MARÍA DEL ROSARIO PATIÑO MOLINA ²		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 3237 / ext. 3176 / ext 5952 E-MAIL: maite@iq.uva.es pena@iq.uva.es atester@cii.uva.es rpaino@cii.uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Centros → Campus de Valladolid → Escuela de Ingenierías Industriales → Tutorías		
Departamento	¹ INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE ² QUÍMICA ORGÁNICA		

1. Situación / Sentido de la Asignatura**1.1 Contextualización**

Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre de cuarto curso del Grado en Ingeniería Química, y en ella se desarrollan tanto los aspectos fundamentales de la ingeniería bioquímica, como los Contenidos específicos relativos al cálculo de biorreactores y de las operaciones de bioseparación.

1.2 Relación con otras materias

Química Aplicada a la Ingeniería
Introducción a la Ingeniería Química
Cálculo y Diseño de reactores Químicos
Cálculo y Diseño de Operaciones de Separación

1.3 Prerrequisitos

Conocimientos de balances de materia y energía,
Conocimientos de química orgánica
Conocimientos de cinéticas de reacción
Conocimientos de procesos de transporte de materia, energía y cantidad de movimiento



2. Competencias

2.1 Generales

Código	Descripción
CG1	Capacidad de análisis y síntesis
CG2	Capacidad de organización y planificación del tiempo
CG3	Capacidad de expresión oral
CG4	Capacidad de expresión escrita
CG5	Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma
CG6	Capacidad de resolución de problemas
CG7	Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico
CG8	Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
CG9	Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz
CG11	Capacidad para la creatividad y la innovación
CG12	Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua
CG13	Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social
CG14	Capacidad de evaluar

2.2 Específicas

Código	Descripción
CE20	Conocimientos sobre biotecnología
CE27	Conocimientos sobre química orgánica
CE37	Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de procesos biotecnológicos
CE38	Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada
CE44	Seguridad en el ámbito de la Ingeniería Química

3. Objetivos

OBJETIVO GLOBAL

Conocer y comprender los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionados con la Biotecnología

OBJETIVOS PARCIALES

- Capacidad de entender las bases de los mecanismos moleculares implicados en procesos de microbiología industrial y ambiental
- Capacidad de entender y describir los principales procesos genéticos y metabólicos de los microorganismos empleados en los procesos biotecnológicos
- Capacidad para plantear y resolver problemas en Biotecnología, así como interpretar los resultados obtenidos
- Capacidad para reconocer y valorar los procesos biotecnológicos existentes en diversas industrias de la región
- Capacidad para relacionar la Biotecnología con otras disciplinas
- Capacidad para evaluar, interpretar y sintetizar datos e información científica



4. Contenidos/Bloques temáticos

Bloque 1: Conceptos fundamentales

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,24

a. Contextualización y justificación

En este bloque se establecen los conceptos básicos de la Ingeniería de Bioprocesos: bases moleculares y celulares de la biotecnología, microbiología industrial e ingeniería metabólica. Comprende los temas 1 2.

b. Objetivos de aprendizaje

El alumno debe ser capaz de:

- Conocer las bases moleculares y celulares en bioprocesos
- Aplicar las técnicas de biología molecular
- Conocer los microorganismos de interés industrial.
- Conocer los procesos del metabolismo microbiano relativos a la producción de bioproductos

c. Contenidos

TEMA 1: Procesos Biotecnológicos

Biología e Ingeniería de bioprocesos. Transformaciones enzimáticas y fermentaciones. Microorganismos de interés industrial. Técnicas de biología molecular. Manipulación genética de microorganismos

TEMA 2: Ingeniería Metabólica

Fundamentos bioquímicos: Carbohidratos, grasas, proteínas y nucleótidos. Metabolismo microbiano. Rutas catabólicas. Rutas anabólicas. Producción de metabolitos primarios y secundarios

d. Métodos docentes

Se recogen en el apartado 5 de la guía docente

e. Plan de trabajo

Semana 1: Tema 1

Semana 2: Tema1/Tema 2

Semana 3: Tema 2

f. Evaluación

Se especifica en el apartado 7 de la guía docente

g. Bibliografía básica

- James E. Bailey, David F. Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Ed. McGraw Hill (1992)
- Wulf Crueger, Annelise Crueger. Biotecnología: manual de microbiología industrial. Ed Acribia (1993)
- Peter Gacesa, John Hubble. Tecnología de las enzimas. Ed Acribia (1990)



- Francesc Godia Casablanco y Josep López Santín (eds.); Carles Casas Alvero...[et al.]. Ingeniería bioquímica. Ed. Síntesis (2005)
- Alan Scragg, Leonor Huerta. Biotecnología para ingenieros: sistemas biológicos en procesos tecnológicos. Ed, Limusa (1996)
- Owen P Ward; Miguel Calvo Rebollar; Emilia Sevillano Calvo. Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos. Ed. Acribia (1989)
- José Mario Díaz Fernández. Ingeniería de bioprocesos. Ed Paraninfo (2012)
- Biotecnología: curso de prácticas de laboratorio / J. M. Becker, G.A. Caldwell, E.A. Zachgo ; Ed. Acribia (1999)
- Pauline M. Doran. Principios de ingeniería de los bioprocesos. Ed. Acribia (1998)

h. Bibliografía complementaria

Páginas Web.

i. Recursos necesarios

Pizarra
 Ordenador/cañón de proyección
 Acceso Internet (campus virtual Uva)

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,24 ECTS	Semanas 1 a 3

Bloque 2: Ingeniería Básica de Bioprocesos

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

En este bloque se desarrolla la tecnología de los procesos de fermentación y de biotransformaciones. Se plantean las ecuaciones de cinética enzimática y de cinética microbiana, para abordar posteriormente el dimensionado de los biorreactores, así como las operaciones relacionadas con los procesos de transporte implicados. Finalmente se inicia el cálculo de los procesos de bioseparación, junto con un análisis de estrategias de diseño. Se establecen dos seminarios que complementarios a los contenidos del bloque temático.

b. Objetivos de aprendizaje

El alumno debe ser capaz de:

- Conocer la tecnología enzimática
- Dimensionar y analizar los reactores bioquímicos
- Establecer las necesidades de transferencia de calor, materia y cantidad de movimiento en los procesos de fermentación.



- Proponer estrategias de separación de los bioproductos, y calcular las operaciones de separación necesarias

c. Contenidos

TEMA 3: Tecnología de proteínas y enzimas

Clasificación de enzimas. Reacciones enzimáticas: modelos cinéticos. Modificación de la actividad enzimática. Producción de "fine" y "bulk" proteínas. Aislamiento y purificación de enzimas y proteínas.

TEMA 4: Tecnología de Fermentación I

Cultivos celulares. Modelos cinéticos de crecimiento microbiano. Factores estequiométricos de rendimiento. Modelos cinéticos de formación de producto: Muerte térmica de células y esporas

TEMA 5: Diseño Básico de Biorreactores

Configuraciones de reactores bioquímicos. Reactores enzimáticos. Reactores microbianos. Instrumentación.

TEMA 6: Tecnología de Fermentación II

Nivel térmico y transferencia de oxígeno en cultivos celulares. Esterilización. Cálculo de la potencia de agitación. Estrategias de separación de bioproductos. Cálculo de las unidades de separación.

d. Métodos docentes

Se recogen en el apartado 5 de la guía docente.

e. Plan de trabajo

Semana 4: Tema 2

Semanas 4 a 7: Tema 3

Semanas 8 y 9: Tema 4

Semanas 9 a 11: Tema 5

Semanas 11 a 13: Tema 6

Se plantearán las tareas evaluables dentro de este Bloque de la asignatura, que se configurarán a partir de un bioproceso real, en el marco de la economía circular, introduciendo el concepto de waste to wealth. Para ello, los alumnos deberán abordar el dimensionando el equipo y analizar las condiciones de operación que conduzcan al mayor rendimiento del proceso, teniendo en cuenta los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales. Se incluye información adicional en el apartado 8 de esta guía docente.

f. Evaluación

Se especifica en el apartado 7 de la guía docente

g. Bibliografía básica

- James E. Bailey, David F. Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Ed. McGraw Hill (1992)
- Wulf Crueger, Annelise Crueger. Biotecnología: manual de microbiología industrial. Ed Acribia (1993)
- Peter Gacesa, John Hubble. Tecnología de las enzimas. Ed Acribia (1990)
- Francesc Godia Casablancas y Josep López Santín (eds.); Carles Casas Alvero...[et al.]. Ingeniería bioquímica. Ed. Síntesis (2005)



- Alan Scragg, Leonor Huerta. Biotecnología para ingenieros: sistemas biológicos en procesos tecnológicos. Ed, Limusa (1996)
- Owen P Ward; Miguel Calvo Rebollar; Emilia Sevillano Calvo. Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos. Ed. Acribia (1989)
- José Mario Díaz Fernández. Ingeniería de bioprocesos. Ed Paraninfo (2012)
- J. M. Becker, G.A. Caldwell, E.A. Zachgo. Biotecnología: curso de prácticas de laboratorio; Ed. Acribia (1999)
- Pauline M. Doran. Principios de ingeniería de los bioprocesos. Ed. Acribia (1998)

h. Bibliografía complementaria

- Michael R. Ladisch. Bioseparations Engineering: principles, practice, and Economics. Wiley Interscience, (2001)
- Michael C. Flickinger, Stephen W. Drew. Encyclopedia of bioprocess technology: fermentation, biocatalysis and bioseparation. John Wiley & Sons (1999).
- Henry Vogel; Celeste Todaro. Fermentation and biochemical engineering handbook: principles, process design and equipment. Westwood Ed. Noyes Publications (2010)
- Shigeo Katoh, Fumitake Yoshida. Biochemical engineering: a textbook for engineers, chemists and biologists. Wiley-VCH. (2009)
- Páginas web

i. Recursos necesarios

- Pizarra
- Ordenador/cañón de proyección
- Acceso Internet (campus Virtual Uva)

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1 ECTS	Semanas 4 a 13

Bloque 3: Aplicaciones

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

En este bloque se presentan aplicaciones de la biotecnología en procesos industriales: fabricación de productos orgánicos, industria alimentaria, farmacéutica, productos transgénicos o biotecnología ambiental.

b. Objetivos de aprendizaje

El alumno debe ser capaz de:

- Conocer las aplicaciones de la biotecnología, en cuanto a la obtención de bioproductos en diferentes sectores industriales
- Conocer las aplicaciones medioambientales en el tratamiento de efluentes y residuos



- Conocer las aplicaciones energéticas y de biocombustibles.

c. Contenidos

TEMA 7: Aplicaciones industriales

Obtención de bioproductos: productos orgánicos, biomateriales, biofármacos y alimentarios. Productos transgénicos. Legislación

TEMA 8: Aplicaciones bioenergéticas

Biocombustibles. Biotecnología ambiental: tratamiento de efluentes y residuos. Legislación

d. Métodos docentes

Se recogen en el apartado 5 de la guía docente.

e. Plan de trabajo

Semana 14: Tema 7

Semana 15: Tema 8

f. Evaluación

Se especifica en el apartado 7 de la guía docente

g. Bibliografía básica

- James E. Bailey, David F. Ollis. Biochemical engineering fundamentals. Ed. McGraw Hill (1992)
- Wulf Crueger, Annelise Crueger. Biotecnología: manual de microbiología industrial. Ed Acribia (1993)
- Peter Gacesa, John Hubble. Tecnología de las enzimas. Ed Acribia (1990)
- Francesc Godia Casablanca y Josep López Santín (eds.); Carles Casas Alvero...[et al.]. Ingeniería bioquímica. Ed. Síntesis (2005)
- Alan Scragg, Leonor Huerta. Biotecnología para ingenieros: sistemas biológicos en procesos tecnológicos. Ed, Limusa (1996)
- Owen P Ward; Miguel Calvo Rebollar; Emilia Sevillano Calvo. Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos. Ed. Acribia (1989)
- José Mario Díaz Fernández. Ingeniería de bioprocesos. Ed Paraninfo (2012)
- J. M. Becker, G.A. Caldwell, E.A. Zachgo. Biotecnología: curso de prácticas del laboratorio; Ed. Acribia (1999)
- Pauline M. Doran. Principios de ingeniería de los bioprocesos. Ed. Acribia (1998)

h. Bibliografía complementaria

Páginas Web

i. Recursos necesarios

Pizarra

Ordenador/cañón de proyección

Acceso Internet (campus Virtual Uva)

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,16 ECTS	Semanas 14 y 15

Bloque 4: Experimentación/ModelizadoCarga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

En este bloque se llevan a cabo prácticas en el laboratorio para que los alumnos puedan aplicar algunos de los conocimientos vistos en los bloques anteriores.

b. Objetivos de aprendizaje

El alumno debe ser capaz de:

- Conocer la metodología de trabajo en un laboratorio de ingeniería de bioprocesos
- Conocer aspectos básicos de seguridad en el manejo de microorganismos y realizar procesos de fermentación controlando la influencia de diversos parámetros en el desarrollo de los mismos.
- Identificar las partes que componen un biorreactor, así como las operaciones downstream asociadas a un bioproceso.

c. Métodos docentes

Se recogen en el apartado 5 de la guía docente.

d. Plan de trabajo

Semanas 3 y 4 (5h), se desarrollan prácticas relacionadas con el Bloque I de la asignatura
Semana 9 y 10 (6h), se desarrollan prácticas relacionadas con el Bloque II de la asignatura

e. Evaluación

Se especifica en el apartado 7 de la guía docente

i. Recursos necesarios

Equipos de biofermentación y bioseparación a escala laboratorio
Equipamiento básico de un laboratorio de ingeniería de bioprocesos

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,30 ECTS	Semanas 3 y 4 Semanas 9 y 10

**5. Métodos docentes y principios metodológicos**

Actividad	Metodología
Clases de aula teóricas	Se desarrollan los contenidos, teniendo en cuenta los objetivos establecidos previamente y las competencias que los estudiantes deben adquirir. Todos los contenidos se acompañan de ejemplos reales.
Clases de aula de problemas	Tienen como objetivo el análisis y la aplicación de los contenidos teóricos. El alumno dispone de una colección de problemas, desarrollándose al finalizar cada tema y planteándolos en orden creciente de complejidad.
Prácticas de Laboratorio/Visita técnica	Realización de prácticas de laboratorio y visita a instalación industrial (análisis de cambio de escala)
Clases de seminario	Se plantea la realización de dos seminarios a lo largo del cuatrimestre: Semana 4 – Se desarrollarán aspectos relacionados con el Bloque I que permitan utilizar conocimientos de vanguardia en el ámbito de la ingeniería de bioprocesos. Semana 12 – El seminario se plantea para llevar a cabo el seguimiento de las tareas planteadas en el Bloque II de la asignatura: para el bioproceso real a estudiar, se analizarán los sustratos seleccionados por cada grupo de alumnos analizando ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos y el/los microorganismo/s utilizados para obtener el bioproducto deseado. Así mismo se discutirá el tipo y modo de operación del biorreactor seleccionado en el rendimiento del bioproceso y se establecerán criterios que permitan la selección de las operaciones downstream necesarias.
Web/Aula virtual	Todo el contenido del curso se encuentra disponible en el campus virtual Uva (http://campusvirtual.uva.es)

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	15	Estudio y trabajo autónomo individual	52,5
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	15
Laboratorios (L) / Visita Técnica	7,5		
Seminarios (S)	5		
Realización de Exámenes	2,5		
Total presencial	45	Total no presencial	67,5



7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL (100 puntos)	OBSERVACIONES
Examen final escrito	50 puntos	Parte 1 (temas 1 a 4): 30 pts Cuestiones cortas (nota mínima 20 pts) Ningún material permitido Parte 2 (temas 5 a 8): 20 pts Ejercicios y cuestiones teórico prácticas (nota mínima 8 pts) En la parte de ejercicios se permite empleo de apuntes, libros,...
Tareas	40 puntos	Desarrollo de un bioproceso para obtener un producto de interés, empleando conceptos de economía circular, incluyendo aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales.
Laboratorio/Visita técnica	10 puntos	Asistencia obligatoria. Realización de prueba específica

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Nota del examen final = x
 - Nota de tareas = y
 - Nota de laboratorio/visita técnica = z**Nota = $0,5 x + 0,4 y + 0,1 z$** (Si se superan las notas mínimas especificadas en el examen final)
Nota = x (Si no se superan las notas mínimas especificadas en el examen final)
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Nota del examen final = x
 - Nota de tareas = y
 - Nota de laboratorio/visita técnica = z**Nota = $0,5 x + 0,4 y + 0,1 z$** (Si se superan las notas mínimas especificadas en el examen final)
Nota = x (Si no se superan las notas mínimas especificadas en el examen final)



8. Consideraciones finales

Se incluye en este apartado la descripción de las tareas a desarrollar por los alumnos, para alcanzar los resultados de aprendizaje establecidos en los sub-resultados 3-1 (Capacidad para proyectar, diseñar y desarrollar componentes y procesos de su especialidad, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales) y 3.2 (Capacidad de proyecto utilizando algún conocimiento de vanguardia de su especialidad de ingeniería) del sello EURACE. Además, se desarrollarán competencias relacionadas con el sub-resultado 7.2 del sello EUR-ACE (comunicación y trabajo en equipo).

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA: La actividad, que se configura como evaluable, se plantea de forma que los alumnos deberán abordar el dimensionando del equipo y analizar las condiciones de operación que conduzcan al mayor rendimiento del proceso en el bioproducto de interés. En el enunciado del trabajo se tendrá en cuenta el marco de economía circular y se introducirá el concepto de “waste to wealth”. A partir de un bioproceso industrial real los alumnos, trabajando en equipo, analizan diferentes alternativas y proponen un diagrama de bloques del mismo, que presentan y discuten en el aula, teniendo en cuenta aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales. El dimensionado del proceso tendrá en cuenta aspectos básicos del diseño del biorreactor, incluyendo las necesidades de agitación, de aporte de oxígeno y/o nutrientes y de intercambio de calor para mantener el nivel térmico de operación. Además, deberán seleccionar las operaciones de separación downstream que permitan la recuperación eficiente del bioproducto de interés.

EVALUACIÓN: Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El diseño global del proceso, y la interrelación entre los componentes, considerando los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales.
- b) El conocimiento del tema propuesto incluyendo la selección de materias primas a utilizar en el marco de la economía circular y el concepto *waste to wealth*
- c) El dimensionado y diseño básico del biorreactor seleccionado.
- d) La selección de operaciones downstream necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos del bioproducto en cuanto a rendimiento, pureza, etc.
- e) La capacidad de comunicación oral y escrita y las presentaciones empleadas, considerando aspectos técnicos y formales.
- f) La capacidad de trabajo en equipo partiendo de los siguientes descriptores: 1) la responsabilidad, tanto en requerimientos propios de la tarea como de las normas fijadas por el equipo, 2) la planificación del trabajo, 3) la implicación e integración en el grupo, 4) la solidaridad con los compañeros del grupo, y 5) la evolución en el desarrollo de la tarea.