

Fecha de aprobación: 20/06/2022

Guía docente de la asignatura

**Biorreactores (2511131)**

<b>Grado</b>	Grado en Biotecnología	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Ingeniería de Bioprocesos	<b>Materia</b>	Biorreactores				
<b>Curso</b>	3 <sup>o</sup>	<b>Semestre</b>	1 <sup>o</sup>	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Se recomienda que el estudiante haya completado el módulo de Formación Básica y que siga el orden cronológico de las enseñanzas del módulo de Ingeniería de Bioprocesos. En concreto, se recomienda haber cursado las asignaturas Procesos Biotecnológicos Industriales y Fundamentos de Ingeniería Bioquímica.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)**

Cinética enzimática. Cinética del cultivo de microorganismos. Biocatalizadores inmovilizados. Reactores enzimáticos. Fermentadores discontinuos. Fermentadores continuos. Biorreactores no convencionales. Agitación, aireación y esterilización. Interacción de microorganismos. Escalado.

**COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA****COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CE20 - Conocer los principios básicos de la cinética enzimática y sus aplicaciones a la transformación de biomoléculas.
- CE21 - Estudiar el diseño y funcionamiento de los biorreactores.
- CE24 - Conocer y analizar los criterios de escalado en bioprocesos.

**COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

- CT01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CT03 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica y de resolver problemas
- CT04 - Capacidad de comunicar de forma oral y escrita en las lenguas del Grado
- CT05 - Razonamiento crítico
- CT07 - Sensibilidad hacia temas medioambientales
- CT08 - Capacidad para la toma de decisiones



**RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)**

Al superar la asignatura el alumno conocerá/comprenderá:

- Las técnicas de inmovilización de biocatalizadores y analizar su implicación en la cinética del proceso.
- El diseño de los medios de cultivo.
- Los diferentes tipos de interacciones entre microorganismos y los medios de actuación para aprovecharlas o evitarlas.
- Las características y aplicaciones de los biorreactores pulsantes, agitados por fluidos, biorreactores de membrana y fotobiorreactores.
- Los criterios de escalado al diseño de biorreactores.

Del mismo modo, al superar la asignatura el alumno será capaz de:

- Desarrollar y determinar parámetros de modelos cinéticos de procesos enzimáticos y microbiológicos. Procesos con enzimas y microorganismos inmovilizados.
- Plantear e interpretar la investigación experimental de la cinética de un proceso enzimático o microbiológico.
- Analizar las configuraciones más usuales en biorreactores.
- Desarrollar modelos de biorreactores para el diseño y la optimización de su funcionamiento.
- Determinar las necesidades de transmisión de calor, agitación, aireación y esterilización de un biorreactor.

**PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS****TEÓRICO****BLOQUE 1 – CINÉTICA DE LAS REACCIONES BIOQUÍMICAS****Tema 1. Estudio de la cinética de las reacciones bioquímicas**

Tipos de reacciones bioquímicas de importancia industrial. Nociones básicas de cinética aplicada: concepto de velocidad de reacción y métodos para obtener la ecuación cinética de una reacción.

**Tema 2. Cinética de las reacciones enzimáticas homogéneas**

Mecanismo de la acción enzimática. Ecuaciones cinéticas para diversos tipos de reacciones enzimáticas: reacciones con un solo sustrato, reacciones con inhibición, reacciones con dos sustratos. Desactivación enzimática.

**Tema 3. Cinética de las reacciones enzimáticas heterogéneas.**

Importancia y tipos de reacciones enzimáticas heterogéneas. Reacciones con sustratos insolubles. Inmovilización de enzimas. Reacciones con enzima inmovilizada. Influencia del transporte de materia externo e interno. Reacciones enzimáticas en medios no convencionales.

**Tema 4. Cinética de los procesos microbianos.**

Cinética del crecimiento microbiano. Tipos de modelos para el crecimiento y muerte celular: modelos estructurados y no estructurados. Cinética de crecimiento, consumo y producción.



Factores de rendimiento. Productos asociados y no asociados al crecimiento. Interacción de microorganismos.

## BLOQUE 2 – DISEÑO Y OPERACIÓN DE BIORREACTORES

### Tema 5. Diseño y operación de biorreactores enzimáticos.

Concepto y tipos de biorreactores. Modos de operación. Modelos de reactores ideales. Reactores enzimáticos homogéneos. Sistemas que permiten la retención de la enzima. Reactores con enzima inmovilizada: lecho fijo y fluidizado.

### Tema 6. Diseño y operación de biorreactores con microorganismos vivos.

Diseño de medios de cultivo. Geometrías tipo de biorreactores: reactores con y sin agitación mecánica. Modos de operación: fermentadores discontinuos, semicontinuos y continuos. Configuraciones no convencionales: fotobiorreactores, fermentadores con células inmovilizadas, reactores para fermentación en estado sólido. Biorreactores de membrana. Biorreactores pulsantes.

### Tema 7. Agitación, aireación, esterilización y cambio de escala.

Agitación en sistemas con y sin aeración. Transferencia de oxígeno. Esterilización de medios de cultivo. Criterios para el cambio de escala: eficiencia de la agitación, condiciones de aireación y transferencia de calor.

## PRÁCTICO

### Prácticas con ordenador: Ajuste de datos, simulación y operación de biorreactores.

- Práctica 1: Uso de EXCEL para el ajuste de datos cinéticos.
- Práctica 2: Ajuste de datos cinéticos de reacciones enzimáticas homogéneas.
- Práctica 3: Ajuste de datos cinéticos del crecimiento de microorganismos.
- Práctica 4: Introducción al software para la simulación de biorreactores.
- Práctica 5: Simulación de biorreactores enzimáticos.
- Práctica 6: Simulación de fermentadores.
- Práctica 7: Funcionamiento de un fermentador discontinuo tanque agitado. Estudio con SuperPro Designer.

### Prácticas de laboratorio

- Práctica 1: Estudio de la cinética de una reacción enzimática.
- Práctica 2: Producción de biosurfactante mediante fermentación.
- Práctica 3. Determinación de coeficiente de transferencia de oxígeno en un tanque agitado.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Illanes, A. (Ed.), Enzyme biocatalysis. Principles and applications, Springer (2008). Biblioteca Ciencias: [Doc. electrónico](#)



- Liu, S., Bioprocess engineering: Kinetics, Sustainability, and Reactor Design, Elsevier (2017). Biblioteca Ciencias: FCI/66 LIU bio, [Doc. electrónico](#)
- Doran, P.M., Principios de ingeniería de los bioprocesos, Acribia (1998). Biblioteca Ciencias: FCI/66 DOR pri
- Doran, P.M., Bioprocess engineering principles (versión original en inglés), Academic Press (1995), Biblioteca Ciencias: [Doc. electrónico](#)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- van't Riet, K. y Tramper, J., Basic bioreactor design, CRC Press (1991). Despacho profesor
- Cabral, J.M.S., Mota, M. y Tramper, J., Multiphase bioreactor design, CRC Press (2001). Despacho profesor
- Harvey, G. Excel 2019 all-in-one for dummies. J. Wiley & Sons, Inc. (2018) Biblioteca Ciencias. [Doc. electrónico](#)
- Berkeley Madonna User's Guide (version 10.2.6, 2021). [Disponible en web](#)
- Intelligen, Inc. SuperPro Designer. User Guide. [Disponible en la web](#)

### ENLACES RECOMENDADOS

- Chemical and Biological Reaction Engineering – MIT Open Course – <http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/10-37-chemical-and-biological-reaction-engineering-spring-2007/>
- Berkeley Madonna – Differential Equation Solver for Modeling and Analysis of Dynamic Systems – <https://berkeley-madonna.myshopify.com/>
- SuperPro Designer. Process Simulation Software: <https://www.intelligen.com/products/superpro-overview/>

### METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 – Clases de teoría
- MD02 – Clases de prácticas: Prácticas usando aplicaciones informáticas
- MD03 – Clases de prácticas: Prácticas en laboratorio
- MD04 – Clases de prácticas. Clases de problemas
- MD06 – Trabajo autónomo del alumnado
- MD07 – Tutorías

### EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

#### EVALUACIÓN ORDINARIA

Todos los alumnos deberán seguir la evaluación continua, tal y como se describe a continuación, salvo aquellos que puedan acogerse a la Evaluación Única Final (ver más adelante).

1. **Examen teórico-práctico (70% de la nota final).** Constará de dos partes: (a) Cuestiones teóricas aplicadas sobre los temas 1 al 7 (35% de la nota final); (b) Examen práctico de resolución de ejercicios de ajuste de datos y simulación de biorreactores en ordenador (35% de la nota final).



2. **Entrega de ejercicios resueltos e informes de prácticas (20 % de la nota final).** Durante las clases teóricas y prácticas se propondrán a los alumnos ejercicios para su resolución individual o en grupo
3. **Trabajo en grupo (10 % de la nota final).** Consistirá en la simulación de un biorreactor a partir de datos obtenidos de bibliografía

Para superar la asignatura por evaluación continua será necesario: asistir a al menos el 80% de las clases, obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen teórico-práctico, y haber entregado al menos el 50% de los ejercicios propuestos y el trabajo en grupo.

## EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Constará de dos pruebas, realizadas en un acto académico único.

1. **Examen teórico-práctico (70% de la nota final).** Constará de dos partes: (a) Cuestiones teóricas aplicadas sobre los temas 1 al 7 (35% de la nota final); (b) Examen práctico de resolución de ejercicios de ajuste de datos y simulación de biorreactores en ordenador (35% de la nota final).
2. **Simulación completa del funcionamiento de un biorreactor (30% de la nota final).** Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación propuesto por el profesor usando datos tomados de bibliografía y el software empleado en las clases prácticas.

Para superar la asignatura en la evaluación extraordinaria será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen teórico-práctico. Los alumnos que así lo soliciten podrán conservar las calificaciones de los ejercicios y el trabajo en grupo obtenidas en la evaluación ordinaria, que supondrán un 30% de la nota final. De esta forma quedarán exentos de realizar el ejercicio de simulación.

## EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria se realizará en un solo acto académico, e incluirá dos pruebas.

1. **Examen teórico-práctico (70% de la nota final).** Constará de dos partes: (a) Cuestiones teóricas aplicadas sobre los temas 1 al 7 (35% de la nota final); (b) Examen práctico de resolución de ejercicios de ajuste de datos y simulación de biorreactores en ordenador (35% de la nota final).
2. **Simulación completa del funcionamiento de un biorreactor (30% de la nota final).** Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación propuesto por el profesor usando datos tomados de bibliografía y el software empleado en las clases prácticas.

El examen de teórico-práctico a realizar por los alumnos que se acojan a la Evaluación Única Final en convocatoria ordinaria o extraordinaria no será el mismo que el de los alumnos que hayan seguido la evaluación continua. Para superar la asignatura por esta vía será necesaria una calificación mínima de 5 tanto en el examen teórico-práctico como en el ejercicio de simulación.

