

Guía docente de la asignatura

Biorreactores

Fecha última actualización: 18/06/2021

Fecha de aprobación: 18/06/2021

Grado	Grado en Biotecnología	Rama	Ciencias				
Módulo	Ingeniería de Bioprocesos	Materia	Biorreactores				
Curso	3º	Semestre	1º	Créditos	6	Tipo	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. 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. Introducción a la ingeniería de la reacción bioquímica.**

Tipos de reacciones bioquímicas de importancia industrial. Ejemplos de aplicaciones industriales. Nociones básicas de cinética aplicada: velocidad de reacción y métodos para su estudio. Las enzimas como catalizadores industriales.

Tema 2. Cinética de las reacciones enzimáticas homogéneas.

Mecanismo de acción enzimática. Reacciones enzimáticas con un solo sustrato. La ecuación de Michaelis-Menten. Modulación de la acción enzimática: activación e inhibición. Reacciones con dos sustratos. Mecanismos aleatorios, ordenados y tipo Ping-Pong. 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.

Estequiometría de las fermentaciones. 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.

Medios de cultivo. Microorganismos e interacciones entre los mismos. 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: Estudio de casos: cinética de reacciones enzimáticas homogéneas.
- Práctica 3: Estudio de casos: cinética del crecimiento de microorganismos.
- Práctica 4: 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, Acirbia (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
- Ward, O.P., Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos, Acirbia (1991). Biblioteca Farmacia: FFA/663 WAR bio
- Atkinson, B.F.C., Reactores bioquímicos, Reverté (1986). Biblioteca Ciencias: FCI/66 ATK rea
- Harvey, G. Excel 2013 all-in-one for dummies. J. Wiley & Sons, Inc. (2013) 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 que puedan acogerse a la Evaluación Única Final (ver más adelante).



1. **Examen teórico-práctico.** 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). **70% de la nota final**
2. **Entrega de ejercicios resueltos e informes de prácticas.** Durante las clases teóricas y prácticas se propondrán a los alumnos ejercicios para su resolución individual o en grupo (**20 % de la nota final**)
3. **Trabajo en grupo.** Consistirá en la simulación de un biorreactor a partir de datos obtenidos de bibliografía (**10 % de la nota final**)

Para superar la asignatura por evaluación continua será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen teórico-práctico, así como 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.** 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). **70% de la nota final**
2. **Simulación completa del funcionamiento de un biorreactor.** 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. **30% de la nota final**

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 la resolución de 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.** 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). **70% de la nota final**
2. **Simulación completa del funcionamiento de un biorreactor.** 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. **30% de la nota final**

El examen de teórico-práctico a realizar por los alumnos que se acojan a la Evaluación Única Final en convocatoria ordinaria o extraordinaria puede ser distinto del de los alumnos que han 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.

