

Fecha de aprobación: 28/06/2023

Guía docente de la asignatura

Biorreactores (2511131)

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 al estudiantado que haya completado el módulo de formación básica y que siga el orden cronológico de las enseñanzas del módulo de Ingeniería de Bioprocesos.

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)



- 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.
- Conocer las técnicas de inmovilización de biocatalizadores y analizar su implicación en la cinética del proceso.
- Diseño de medios de cultivo
- Conocer los diferentes tipos de interacciones entre microorganismos y los medios de actuación para aprovecharlas o evitarlas.
- Analizar las configuraciones más usuales en biorreactores
- Desarrollar modelos de biorreactores para el diseño y la optimización de su funcionamiento.
- Conocer las características y aplicaciones de los biorreactores pulsantes, agitados por fluidos, biorreactores de membrana y fotobiorreactores.
- Determinar las necesidades de transmisión de calor, agitación, aireación y esterilización de un biorreactor
- Conocer y aplicar los criterios de escalado al diseño de biorreactores

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.

Prácticas de laboratorio

- Práctica 1: Estudio de la cinética de una reacción enzimática.
- Práctica 2: Preparación y puesta en marcha de una fermentación a escala de laboratorio.
- Práctica 3. Determinación de coeficiente de transferencia de oxígeno en un tanque agitado.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- 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](#)
- 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](#)

Para acceder a la documentación en formato electrónico es necesario estar conectado al campus virtual inalámbrico de la UGR (red eduroam) o usar conexión VPN.

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
- Weverka, & Wade, M. Office 365 all-in-one for dummies. John Wiley & Sons, Inc. (2022). Biblioteca Ciencias. [Doc. electrónico](#)
- Heys, J.J. Chemical and biomedical engineering calculations using Python. John Wiley & Sons, Inc. (2017). Biblioteca Ciencias. **FCI/66 HEY che**

Para acceder a la documentación en formato electrónico es necesario estar conectado al campus virtual inalámbrico de la UGR (red eduroam) o usar conexión VPN.

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/](https://www.python.org/)

- Lenguaje de programación Python: <https://www.python.org/>

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

Todo el alumnado deberá 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/o prácticas se propondrán al alumnado ejercicios para su resolución individual o en grupo
3. **Trabajo en grupo (10 % de la nota final).** Consistirá en planificación y ejecución de la investigación de la cinética de una reacción bioquímica.

Para superar la asignatura por evaluación continua será necesario: asistir a al menos el **80%** de las **clases prácticas**, obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen teórico-práctico, haber entregado al menos el 50% de los ejercicios propuestos y haber realizado 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. **Estudio cinético de una reacción bioquímica y simulación de un biorreactor en el que se lleve a cabo dicha reacción (30% de la nota final).** Consistirá en planificar e investigar la cinética de una reacción bioquímica y a continuación simular un biorreactor donde tenga lugar dicha reacción, usando 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 tanto en el examen teórico-práctico como en el ejercicio de estudio cinético/simulación. Quienes estén en disposición de ello y así lo soliciten podrán conservar las calificaciones de los ejercicios y el trabajo en grupo obtenidas en la evaluación ordinaria, lo que supondrán un 30% de la nota final. De esta forma quedarán exentos/as de realizar el estudio cinético/simulación de un biorreactor.

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. **Estudio cinético de una reacción bioquímica y simulación de un biorreactor en el que se lleve a cabo dicha reacción (30% de la nota final).** Consistirá en planificar e investigar la cinética de una reacción bioquímica y a continuación simular un biorreactor donde tenga lugar dicha reacción, usando el software empleado en las clases prácticas.

Para superar la asignatura por esta modalidad de evaluación será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 tanto en el examen teórico-práctico como en el ejercicio de estudio cinético/simulación.

