

## ASIGNATURA

**Nombre de asignatura:** Biorreactores (49242208)

**Créditos:** 6

**Modalidad:** PRESENCIAL

## PLAN/ES DONDE SE IMPARTE

**Plan:** Grado en Biotecnología (Plan 2024)

**Curso:** 2

**Carácter:** Obligatoria

**Duración:** Segundo Cuatrimestre

**Idioma/s en que se imparte:** Español

**Módulo/Materia:** Ingeniería, Procesos y Sistemas Biotecnológicos/Biorreactores

## PROFESOR/A RESPONSABLE O COORDINADOR/A

Profesor/a	Departamento	Correo electrónico
Sánchez Mirón, Asterio	Ingeniería Química	

## PROFESORADO

Profesor/a	Departamento	Correo electrónico
Contreras Gómez, Antonio	Ingeniería Química	
Ramírez Fajardo, Antonio Fernando	Ingeniería Química	
Sánchez Mirón, Asterio	Ingeniería Química	

## DATOS BÁSICOS

### Modalidad

Presencial

## ELEMENTOS DE INTERÉS PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

### Justificación de los contenidos

El biorreactor es el dispositivo central en la Ingeniería de Bioprocesos y la Biotecnología Industrial

ya que es el dispositivo en el que se llevan a cabo extraordinarias biotransformaciones a través de las cuales se obtienen se convierten sustratos tan comunes como la lactosa o el licor de maíz en importantes productos (biocombustibles, fármacos, vacunas, biomateriales, etc.) y servicios (eliminación de CO<sub>2</sub>, metales pesados, etc.). Desde la producción a gran escala de la estreptomicina en los años cuarenta, a la moderna insulina humana producida con E. coli transgénica, el entendimiento del funcionamiento de biorreactores juega un papel esencial en el desarrollo de bioprocesos.

### **Materia con la que se relaciona en el Plan de Estudios**

Biorreactores

### **Conocimientos necesarios para abordar la asignatura**

- Fundamentos de química y de bioquímica.
- Resolución de sistemas de ecuaciones, resolución de ecuaciones en una variable, nociones de integración numérica.

## **RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE**

### **Conocimientos o contenidos**

- Introducción a los biorreactores.
- Determinación de tiempos de residencia y caracterización del flujo.
- Biorreactores para el cultivo de microorganismos.
- Fermentadores.
- Biorreactores enzimáticos.
- Optimización y cambio de escala de biorreactores.
- Esterilización térmica del medio de reacción y del aire a escala industrial.

RA18 - Aprende los fundamentos del funcionamiento de biorreactores y su manejo.

TIPO: Conocimientos o contenidos.

### **Habilidades o destrezas.**

RA20 - Saber diseñar y ejecutar protocolos de obtención, purificación y caracterización de productos biotecnológicos utilizando las técnicas más adecuadas en el control de calidad y seguridad de los procesos biotecnológicos.

TIPO: Habilidades o destrezas.

RA21 - Saber elaborar un programa para la producción de biomasa de microalgas y de sus derivados.

TIPO: Habilidades o destrezas.

## PLANIFICACIÓN

### Temario

#### TEORÍA

Tema 1\*.- Introducción a los biorreactores. [2 h]

Introducción histórica. Bioproceso y biorreactor. Fundamentos del diseño de biorreactores. Factores que limitan la velocidad de reacción (crecimiento). Ejemplos de bioprocesos basados microorganismos o enzimas.

Tema 2.- Caracterización del flujo en biorreactores. Determinación del tiempo de residencia. [4 h].

Modelos de flujo ideal en biorreactores. Tipos de biorreactores ideales. El biorreactor discontinuo ideal. El biorreactor continuo mezcla perfecta en estado estacionario. El biorreactor continuo flujo de pistón en estado estacionario (BRCFP). Tiempo de residencia, tiempo espacial y velocidad de dilución. Flujo real en biorreactores. Desviaciones del flujo ideal. Función de distribución de tiempos de residencia  $E(t)$ . Tiempo de residencia efectivo y varianza. Distribución de tiempos de residencia (DTR) en el biorreactor continuo mezcla perfecta. DTR en el biorreactor continuo flujo de pistón. El modelo de tanques en serie. Obtención experimental de funciones de distribución.

Tema 3.- Biorreactores enzimáticos homogéneos. [9 h]

Cinética enzimática. Ecuación de Michaelis  $\zeta$  Menten. Modelo de inhibición. Modelo de inhibición por sustrato. Inactivación (desnaturalización) de enzimas. Biorreactor discontinuo/flujo pistón. Diseño con desactivación de enzima. El biorreactor continuo mezcla perfecta en EE. BRCMP con desactivación de enzima. Biorreactores continuos mezcla perfecta en serie en EE. Sistema de 2 tanques en serie. Sistema de N tanques de igual volumen en serie. Otros sistemas de biorreactores.

Tema 4.- Biorreactores enzimáticos con separación de enzima. [8 h]

Biorreactores con separación: el biorreactor de ultrafiltración. Membrana permeable al sustrato. Membrana impermeable al sustrato. El biorreactor de diálisis. Biorreactores con enzima inmovilizada (sistemas heterogéneos). El biorreactor de lecho fijo. El biorreactor de dispersión.

Tema 5.- Biorreactores para el cultivo de microorganismos. [6 h]

Introducción. Cinética del crecimiento de microorganismos. Definiciones. Fases de un cultivo discontinuo. Velocidad específica de crecimiento y tiempo de duplicación. Modelos cinéticos de crecimiento de microorganismos (sin inhibición). Influencia de la concentración de sustrato. Modelo de Monod. Modelo de Teissier. Modelo de Moser. Modelos cinéticos de crecimiento con inhibición. Inhibición por sustrato. Inhibición por producto (o en general por cualquier I). Cinética de formación de producto. Balances de materia en biorreactores con microorganismos. Componentes del balance de materia. Balance de materia a la biomasa, sustrato y producto. Biorreactor discontinuo mezcla perfecta (y el BRCFP). Generalidades. Ecuaciones de diseño. Maximización de la productividad de biomasa en el BRDMP. Maximización de la productividad de producto en el BRDMP. Biorreactor continuo mezcla perfecta. Ecuaciones de diseño. Velocidades de dilución crítica y óptima. Productividad máxima de biomasa para el BRCMP. Comparación BR de tanque mezclado en continuo/discontinuo. BRCMP en serie.

#### Tema 6.- Fermentadores. [7 h]

Introducción. Fermentadores con recirculación interna de biomasa. Fermentadores con recirculación externa de biomasa. Caracterización de las corrientes de entrada y salida al fermentador. Balances de materia al fermentador. Fermentadores con recirculación externa y purga de biomasa. Parámetros de diseño. Caracterización de caudales. Caracterización de la corriente de entrada al fermentador. Balances al fermentador. Procedimiento de diseño.

#### Tema 7\*.- Optimización y cambio de escala de biorreactores. [2 h]

Introducción. Optimización de la producción de biomasa. Optimización de la productividad de producto. Escalado ascendente. Criterios de escalado. Coeficiente de transferencia de oxígeno constante. Potencia por unidad de volumen. Velocidad tangencial o esfuerzo de corte. Número de Reynolds constante. Velocidad de bombeo del agitador constante. Comparación de criterios. Escalado descendente.

#### Tema 8\*.- Esterilización del medio de reacción y del aire a escala industrial. [3 h]

Introducción. Cinética de destrucción de microorganismos. Influencia de la temperatura en la constante cinética. Influencia del pH y actividad del agua en los tratamientos térmicos. Sistemas de esterilización de biorreactores en la práctica.

---

#### CLASEAS PRÁCTICAS/SEMINARIOS

Se realizarán 10 sesiones de prácticas/seminarios por una duración total de 19 horas presenciales.

---

\*Temas susceptibles de ser convertidos en ADD (Actividades Docentes Dirigidas) total o parcialmente en el caso de que las autoridades sanitarias aconsejen y/o acuerden condiciones de no presencialidad.

---

### Actividades Formativas y Metodologías Docentes

#### Actividades Formativas:

Clases magistrales participativas

Prácticas de laboratorio

Redacción de informes

Resolución de problemas

Trabajo Autónomo

#### Metodologías Docentes:

Clase magistral participativa

Clases teórico-prácticas

Tutorías

## **Diversidad Funcional**

El estudiantado con discapacidad o necesidades específicas de apoyo educativo puede dirigirse a la Unidad de Inclusión y Atención a la Diversidad para recibir la orientación y el asesoramiento necesarios, facilitando así un mejor aprovechamiento de su proceso formativo.

Asimismo, podrán solicitar las adaptaciones curriculares necesarias para garantizar la igualdad de oportunidades en su desarrollo académico. La información relativa a este alumnado se trata con estricta confidencialidad, en cumplimiento con la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD). El equipo docente responsable de esta guía aplicará las adaptaciones aprobadas por la Unidad de Inclusión y Atención a la Diversidad, tras su notificación al Centro y a la coordinación del curso.

## **PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

**Pruebas orales/escritas Sí**

**Resolución de problemas Sí**

**Asistencia y participación en clase Sí**

**Prácticas de laboratorio. Sí**

**Informes Sí**

## **Criterios**

### **EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS**

#### **Convocatoria ordinaria**

Examen final. La superación de la asignatura requerirá que se obtenga, como mínimo, una puntuación de 5 sobre 10 en el examen final de la misma, siempre que la media ponderada con las otras actividades docentes supere la puntuación de 5 sobre 10. El examen tendrá un peso del 70% de la nota final de la asignatura.

El examen final evalúa las 2 competencias específicas de la asignatura contempladas en la memoria de la titulación.

Con carácter excepcional se podrá realizar un examen parcial. Este tendrá carácter eliminatorio si se obtiene una puntuación de 6,5 sobre 10. Si se realiza un examen parcial, aquellos alumnos que obtengan la puntuación de 6,5 sobre 10 se examinarán en el examen ordinario de aquellos contenidos no eliminados. En ningún caso se hará media de los exámenes parciales si la calificación en el segundo parcial no es de 5 puntos sobre 10.

#### Prácticas/seminarios prácticos y Actividades académicas dirigidas (AAD):

Las actividades de evaluación pueden contribuir a mejorar la calificación de los alumnos con un peso de hasta el 30% en la calificación. La asistencia a prácticas y la entrega de los correspondientes informes es necesaria para superar la asignatura. Estos informes supondrán hasta un 30% de la asignatura.

La asistencia a las prácticas/seminarios es obligatoria. No podrán realizar las actividades evaluables aquellos/as alumnos/as que no hayan asistido al correspondiente seminario/práctica. Los informes de prácticas evalúan fundamentalmente los aspectos experimentales de la

competencia CIB03.

### **Convocatoria extraordinaria**

Examen final. La superación de la asignatura requerirá que se obtenga, como mínimo, una puntuación de 5 sobre 10 en el examen final de la misma, siempre que la media ponderada con las otras actividades docentes supere la puntuación de 5. El examen tendrá un peso del 70% de la nota final de la asignatura. Es necesario superar el examen final para aprobar la asignatura.

El examen final evalúa las 2 competencias específicas de la asignatura contempladas en la memoria de la titulación.

En ningún caso se mantendrá la calificación de los exámenes parciales de la convocatoria ordinaria para la convocatoria extraordinaria.

### **Evaluación única final**

Examen final. La superación de la asignatura requerirá que se supere el correspondiente examen tal como se regula en el reglamento de evaluación próximamente disponible.

El examen estará diseñado para evaluar la totalidad de las competencias.

## **RECURSOS**

### **Bibliografía básica.**

James E. Bailey. Biochemical Engineering Fundamentals. Mcgraw Hill Chemical Engineering Series. 2nd revised. 1986.

Pauline M Doran. Bioprocess Engineering Principles. Academic Press; Edición: 2nd edition. 2012.

### **Bibliografía complementaria.**

Hertanto Adidharma, Valery Temyanko. MathCAD for Chemical Engineers. Trafford Publishing. 2. 2009.