

## 27124 - Biorreactores

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	100 - Facultad de Ciencias
<b>Titulación</b>	446 - Graduado en Biotecnología
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	4
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Obligatoria
<b>Módulo</b>	---

### **1. Información Básica**

#### **1.1. Introducción**

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura tiene como principal objetivo la adquisición, por parte de los alumnos del Grado de Biotecnología, de los conocimientos teóricos y prácticos de la disciplina de Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas. Las competencias adquiridas en esta materia han de servir a los egresados en su posterior ejercicio profesional, donde deberán abordar proyectos biotecnológicos en entornos multidisciplinares.

Los aspectos básicos de la materia serán el dominio de la teoría y la correcta resolución de problemas relacionados con: I) Cinética enzimática y microbiana; II) Diseño y optimización de los tipos fundamentales de biorreactores enzimáticos y microbianos; y III) Métodos de inmovilización de biocatalizadores.

#### **1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura**

El profesorado de esta asignatura pertenece a las áreas de Ingeniería Química y de Bioquímica y Biología Molecular.

Para cursar esta asignatura es recomendable haber superado las asignaturas de Matemáticas, Química, Física e Ingeniería Química.

#### **1.3. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

El desarrollo industrial de bioprocesos requiere el conocimiento por parte del biotecnólogo del funcionamiento y principales características de los distintos tipos de biorreactores enzimáticos y microbianos.

En esta asignatura se proporcionan las herramientas necesarias para, a partir de los modelos cinéticos involucrados en estos procesos, alcanzar el conocimiento de los métodos básicos de selección, diseño y optimización de los equipos donde transcurren estas reacciones.

#### **1.4. Actividades y fechas clave de la asignatura**

La asignatura se imparte en el primer semestre. Las actividades de enseñanza se desarrollan en clases de teoría, de resolución de problemas numéricos y de prácticas de laboratorio.

## 27124 - Biorreactores

Los exámenes se realizarán durante el periodo oficial marcado por la Facultad de ciencias.

Para aquellos alumnos matriculados, los horarios y fechas de clases teóricas y sesiones prácticas se harán públicos a través del TABLON DE ANUNCIOS oficial del Grado de Biotecnología, y también en la plataforma moodle. Estos medios de información serán también utilizadas para comunicar a los alumnos matriculados, su distribución por grupos de prácticas, confeccionada desde la Coordinación del Grado.

Unas fechas provisionales se podrán consultar en la página web de la Facultad de Ciencias en la sección correspondiente del Grado en Biotecnología: <https://ciencias.unizar.es/grado-en-biotecnologia>.

En dicha web se podrán consultar también las fechas de los exámenes.

### 2.Resultados de aprendizaje

#### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

Conocer los diferentes tipos de biorreactores y sus principales características de funcionamiento.

Conocer los principales modelos cinéticos aplicables a procesos enzimáticos y microbianos.

Conocer y aplicar los diferentes métodos de estimación de los parámetros cinéticos.

Conocer y aplicar las ecuaciones para el diseño básico de biorreactores enzimáticos y microbianos.

Conocer los métodos básicos de selección y optimización de reactores ideales.

Conocer y seleccionar los distintos métodos de inmovilización de biocatalizadores.

#### 2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje anteriormente descritos son necesarios para poder concebir, diseñar, optimizar y operar los diferentes tipos básicos de biorreactores industriales.

### 3.Objetivos y competencias

#### 3.1.Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

1. Manejar los conceptos y nomenclatura básica en Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas

2. Plantear, desarrollar y resolver modelos cinéticos para procesos enzimáticos y microbianos.

3. Conocer los mecanismos de inmovilización de biocatalizadores, y los fenómenos de transferencia de materia en reactores con biocatalizadores inmovilizados.

4. Conocer y saber aplicar las ecuaciones básicas de diseño y optimización de reactores bioquímicos.

5. Saber seleccionar el tipo de biorreactor más adecuado.

#### 3.2.Competencias

## 27124 - Biorreactores

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Calcular los valores numéricos de los parámetros que aparecen en los distintos modelos cinéticos enzimáticos y microbianos.

Aplicar y seleccionar los diferentes métodos de inmovilización de biocatalizadores

Seleccionar y diseñar biorreactores enzimáticos y microbianos: discontinuos, semicontinuos y continuos.

Optimizar la operación biorreactores enzimáticos y microbianos.

### 4.Evaluación

#### 4.1.Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

##### Opción 1:

La evaluación es global y comprende:

Realización de prácticas de laboratorio. Se valorará la asistencia, la presentación de un breve informe de la actividad, así como la presentación e interpretación de los resultados obtenidos.

Realización de trabajos tutelados. Los entregables correspondientes a trabajos tutelados serán calificados valorándose su contenido, la comprensión de los conceptos que en ellos se demuestre y la correcta presentación.

Realización de un examen al finalizar la asignatura. Esta prueba constará de: (a) preguntas y cuestiones teórico-prácticas razonadas en la que se pedirá la aplicación de la teoría a casos y ejemplos concretos, y (b) resolución de problemas.

La nota de la asignatura se calculará según la siguiente fórmula:  $\text{Nota} = 0,1 P + 0,1 T + 0,8 E$

siendo: P la nota de las prácticas de laboratorio (actividad de evaluación 1), T la nota de los trabajos tutelados (actividad de evaluación 2), y E la nota del examen final (actividad de evaluación 3).

Se precisa una nota mínima en el examen, E, de 4,0 sobre 10 para superar la asignatura.

##### Opción 2:

Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación según la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) de similares características que el examen final de la opción 1 (actividad de evaluación 3).

### 5.Metodología, actividades, programa y recursos

#### 5.1.Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

## 27124 - Biorreactores

En las clases expositivas, se presentarán los conceptos teóricos de la asignatura y se acompañarán de ejemplos explicativos. Además, se plantearán y resolverán problemas y casos prácticos directamente relacionados con los conceptos teóricos que irán exponiendo a lo largo del curso.

Se propondrán ejercicios a resolver en casa, cuya resolución se discutirá en la clase. Las clases, tanto de teoría como de problemas prácticos, serán de tipo participativo, y además habrá tutorías para atender las dudas de los alumnos. Las sesiones de prácticas de laboratorio son complementarias con las clases teóricas y las de problemas numéricos. Se realizarán en grupos de 2 alumnos, de forma participativa y colaborativa. Tras el trabajo de laboratorio, los alumnos elaborarán un informe donde se incluirá una discusión sobre la metodología experimental utilizada, y sobre los resultados obtenidos y su significado.

### 5.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

Sesiones de exposición de los contenidos teóricos, en las que se presentan de manera participativa con los alumnos, los conceptos básicos incluidos en el programa de la asignatura (32 h presenciales).

Clases dedicadas a la resolución de problemas, en las que se promoverá la participación de los alumnos de forma más intensa si cabe que en las dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos.

Resolución de problemas numéricos y de desarrollos metodológicos en las que, con la participación de los alumnos, se resolverán ejercicios propuestos tanto por el profesor, como por los alumnos. Estas clases se impartirán de forma totalmente coordinada con las clases teóricas (19 h presenciales).

Prácticas de laboratorio. El plan de trabajo asigna a esta parte un total de 5h presenciales. En esta parte se realizarán prácticas para aprendizaje y el manejo de distintas técnicas experimentales de inmovilización de biocatalizadores.

Se realizarán visitas a instalaciones industriales que desarrollan procesos biotecnológicos.

Todo alumno será informado sobre los riesgos que puede tener la realización de las prácticas de esta asignatura, así como si se manejan productos peligrosos y qué hacer en caso de accidente, y deberá firmar el compromiso a cumplir con las normas de trabajo y seguridad para poder realizarlas. Para más información, consultar la información para estudiantes de la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales: <http://uprl.unizar.es/estudiantes.html>.

### 5.3. Programa

**Las actividades descritas anteriormente se realizarán de acuerdo al siguiente programa de contenidos:**

**Tema 1. Introducción a la Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas.** Procesos y productos bioquímicos de interés industrial. Tipos de biorreactores industriales.

**Tema 2. Cinética Enzimática.** Catálisis enzimática. Cinética de reacciones con un solo sustrato: Modelos de Michaelis-Menten y Briggs-Haldane. Métodos de evaluación de los parámetros cinéticos. Cinética de reacciones reversibles. Reacciones con varios sustratos. Cooperatividad: Modelo de Hill. Modelos cinéticos con inhibición por sustrato. Efectos de cofactor de activación. Efecto regulador del pH y la temperatura en la actividad enzimática. Cinética de desactivación enzimática.

## 27124 - Biorreactores

**Tema 3. Inmovilización de enzimas y biocatalizadores** . Tecnología de inmovilización enzimática. Tipos de inmovilización: adsorción, enlace covalente, enlaces cruzados y autoinmovilización, inclusión membranas. Selección del método de inmovilización. Efectos de la inmovilización sobre la transferencia de materia. Factor de eficacia externo e interno.

**Tema 4. Diseño de Biorreactores Enzimáticos.** Tipos de biorreactores enzimáticos. Biorreactor enzimático discontinuo de mezcla perfecta. Productividad y optimización de un biorreactor enzimático discontinuo. Efecto de la inhibición por producto y por sustrato. Efecto de la desactivación enzimática. Biorreactor enzimático semicontinuo: Operaciones de puesta en marcha y de descarga. Biorreactor enzimático continuo de mezcla perfecta. Efecto de la inhibición y de la desactivación. Batería de biorreactores de mezcla perfecta: Métodos de cálculo. Optimización de la batería de biorreactores. Biorreactor enzimático de flujo pistón. Comparación de biorreactores enzimáticos.

**Tema 5. Cinética microbiana.** Cinética microbiana. Crecimiento celular. Estequiometría, rendimientos y velocidad de Reacción. Cinéticas de consumo de sustrato y de formación de producto. Fases del crecimiento Celular. Crecimiento diaúxico. Modelos cinéticos no estructurados: Modelos de Malthus, Logístico y de Gompertz. Crecimiento limitado por el sustrato: Modelo de Monod y otros modelos cinéticos. Modelos con Inhibición por sustrato y producto. Modelos para varios sustratos. Modelos de crecimiento diaúxico. Efectos Ambientales: Temperatura, pH, Salinidad, Oxígeno y Presión. Cinética de muerte celular. Introducción a los modelos estructurados y segregados.

**Tema 6. Diseño de Fermentadores Microbianos.** Tipos de fermentadores microbianos. Fermentador microbiano discontinuo de mezcla perfecta. Modelo de Monod: casos particulares. Modelo de Monod con muerte celular. Fermentador microbiano semicontinuo: operación de puesta en marcha y descarga. Fermentador microbiano continuo de mezcla perfecta: Quimiostato. Velocidad de dilución óptima y de lavado. Batería de fermentadores de mezcla perfecta. Fermentador microbiano continuo de mezcla perfecta con recirculación celular. Fermentador microbiano de flujo pistón. Comparación de fermentadores microbianos.

### 5.4. Planificación y calendario

Esta asignatura es de carácter cuatrimestral, y se imparte en el primer cuatrimestre.

El periodo de las clases teóricas y las de problemas coincidirá con el calendario de clases establecido oficialmente. Éste se puede consultar en el siguiente enlace: <https://ciencias.unizar.es/grado-en-biotecnologia>.

El calendario y los grupos de prácticas de laboratorio se establecerán de manera coordinada con el resto de materias, a principio del curso académico. Al comienzo del curso, el coordinador de la titulación distribuirá los grupos de prácticas con objeto de evitar solapamientos con otras asignaturas.

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

- Bailey, James E.. Biochemical engineering fundamentals / James E. Bailey, David F. Ollis . - 2nd. ed. New York [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1986
- Ingeniería bioquímica / Francesc Gòdia Casablanca y Josep López Santín (Editores) ; Carles Casas Alvero...[et al.] Madrid : Síntesis, D.L. 1998
- Díaz, Mario. Ingeniería de bioprocesos / Mario Díaz Madrid : Paraninfo, cop. 2012
- Dutta, Rajiv. Fundamentals of biochemical engineering / Rajiv Dutta Berlin : Springer ; New Delhi : Ane Books India, cop. 2008
- McDuffie, Norton G.. Bioreactor design fundamentals / Norton G. McDuffie Boston [etc.] : Butterworth-Heinemann, cop. 1991

## 27124 - Biorreactores

- Shuler, Michael L and Fikret Kargi . Bioprocess engineering: basic concepts. 2nd ed. Harlow, Essex : Pearson, cop. 2014
- Illanes, Andrés. Problem solving in enzyme biocatalysis / Andrés Illanes, Lorena Wilson and Carlos Vera Chichester (United Kingdom) : John Wiley & Sons, cop. 2014
- Cutlip, Michael B. Problem solving in chemical and biochemical engineering with POLYMATH, Excel, and MATLAB / Michael B. Cutlip, Mordechai Shacham. - 2nd ed. Upper Saddle River [New Jersey-USA] : Prentice Hall, cop. 2008
- Doran, Pauline M. Bioprocess engineering principles / Pauline M. Doran Oxford : Academic Press, cop. 2013
- Moser Anton, Bioprocess Tecnology. Kinetics and Reactors. New York: Springer Verlag, cop. 1988
- Blanch Harvey W. and Clark Douglas S., Biochemical Engineering, Boca Raton [Florida-USA]: CRC Press Taylor and Francis Group, cop. 1997
- Cornish-Bowden Athel, Fundamental of Enzime Kinetics, 4th Ed., Weinheim [Germany]: Willey-Blackell, cop. 2014