

## GUÍA DOCENTE

### 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Grado:</b>                 | <b>Biotecnología</b>  |
| <b>Doble Grado:</b>           |   |
| <b>Asignatura:</b>            | <b>Biorreactores</b>  |
| <b>Módulo:</b>                | <b>Bioingeniería y Procesos Biotecnológicos. Procesos Biotecnológicos</b> |
| <b>Departamento:</b>          | <b>Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica</b>                         |
| <b>Año académico:</b>         |   |
| <b>Semestre:</b>              | <b>2º</b>   |
| <b>Créditos totales:</b>      | <b>6 ECTS</b>   |
| <b>Curso:</b>                 | <b>3º</b>   |
| <b>Carácter:</b>              | <b>Obligatoria</b>  |
| <b>Lengua de impartición:</b> | <b>Español</b>  |

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>Modelo de docencia:</b>                            | <b>B1</b> |            |
| <b>a. Enseñanzas Básicas (EB):</b>                    |           | <b>60%</b> |
| <b>b. Enseñanzas de Prácticas y Desarrollo (EPD):</b> |           | <b>40%</b> |
| <b>c. Actividades Dirigidas (AD):</b>                 |           |            |



## GUÍA DOCENTE

### 2. EQUIPO DOCENTE

**Responsable de la asignatura**

**Gassan Hodaifa Meri**

### **3. UBICACIÓN EN EL PLAN FORMATIVO**

#### **3.1. Descripción de los objetivos**

Los objetivos de esta asignatura es capacitar al alumno a comprender y conocer todos los aspectos relacionados con la Ingeniería de la Reacción Química y los Biorreactores y su importancia en la Biotecnología. Al finalizar esta materia el alumno deberá:

- Conocer bien los métodos de cálculo de balances macroscópicos de materia y energía.
- Desarrollar y utilizar modelos cinéticos para los procesos químicos y bioquímicos.
- Plantear e interpretar la investigación experimental de la cinética de un bioproceso.
- Desarrollar modelos de biorreactores para su diseño y la optimización de su funcionamiento.
- Analizar la estabilidad de los biorreactores químicos y su control.
- Aplicar e interpretar las Técnicas Estimulo-Respuesta para determinar la función de tiempos de residencia y caracterizar el flujo real por los aparatos químicos.
- Conocer bien los aspectos que intervienen en el diseño y funcionamiento de un biorreactor.
- Describir bien la catálisis enzimática y crecimiento microbiano en biorreactores.
- Conocer bien las características y aplicaciones de biocatalizadores inmovilizados y biosensores.
- Conocer las aplicaciones y potencialidades industriales de los biocatalizadores inmovilizados.
- Plantear y resolver problemas en equipo.
- Exponer eficazmente de forma oral los resultados obtenidos en prácticas y proyectos.
- Ser capaz de realizar revisiones bibliográficas relacionadas con la ingeniería de biorreactores.

#### **3.2. Aportaciones al plan formativo**

La asignatura de Biorreactores pertenece al módulo de Bioingeniería y Procesos Biotecnológicos. Este módulo de 27 créditos en total, se considera específico del grado de Biotecnología. En este módulo están incluidas las materias de Ingeniería Bioquímica, Ingeniería de Biorreactores, Operaciones Básicas, Operaciones de Separación y Procesos Biotecnológicos. La formación en Biorreactores ha de permitir al estudiante, dominar las bases del diseño y operación de los reactores químicos, la

## GUÍA DOCENTE

adquisición de las capacidades para aplicar sus conocimientos teóricos a escala de la producción industrial, salvando el vacío ahora existente entre la formación a nivel celular y molecular y la Industria Biotecnológica, donde se echan en falta profesionales capaces de dominar los aspectos moleculares y celulares siendo a la vez capaces de diseñar biorreactores y procesos para el uso y la explotación de organismos, células o biomoléculas en la obtención de bienes y servicios.

### 3.3. Recomendaciones o conocimientos previos requeridos

Conocimiento previo por parte del alumno de “Cálculo diferencial e integral, cálculo numérico; Termodinámica y cinética química aplicada; Fenómenos de transporte; Flujo de fluidos, Transmisión de calor, y Transferencia de materia”.

Los fundamentos prácticos de la Termodinámica y cinética química han sido estudiados previamente por el alumno en la asignatura Termodinámica y cinética química aplicada (2º Curso), los Balances de materia, Balances de energía y Fenómenos de transporte en las asignaturas Fundamentos de la ingeniería bioquímica (2º Curso) que normalmente el título correcto sería Introducción a la ingeniería química, Operaciones básicas (3º Curso, 1 semestre), Operaciones de separación (3º Curso, 1 semestre), los fundamentos de Matemáticas y Cálculo numérico en las asignaturas del Módulo Física, Matemática e Informática para las Biociencias Moleculares: Álgebra y Fundamentos de análisis (Curso 1), Análisis matemático (Curso 1), Informática (Curso 1) y Bioestadística (Curso 1). Finalmente, tener capacidad para la comprensión de textos en inglés científico.

## GUÍA DOCENTE

### 4. COMPETENCIAS

#### 4.1 Competencias de la Titulación que se desarrollan en la asignatura

Las competencias de la Titulación que se desarrollan en esta asignatura numeradas según aparecen en la memoria de “Grado en Biotecnología”:

Competencias Generales:

- 10) Utilizar la literatura científica y técnica de vanguardia, adquiriendo la capacidad de percibir claramente los avances actuales y los posibles desarrollos futuros.
- 14) Ser consciente de la importancia de la contribución de la biotecnología al desarrollo del conocimiento.
- 15) Desarrollar la capacidad creativa que origine la innovación y la identificación de las analogías entre situaciones que permita la aplicación de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- 16) Ser capaz de implicarse en el desarrollo actual de la biotecnología y sus aplicaciones, así como de los aspectos filosóficos y éticos implicados.
- 18) Conocer las metodologías y tecnologías apropiadas para la correcta exposición y comunicación de los diferentes aspectos que afectan a la biotecnología (análisis de datos, bioestadística, etc.).
- 21) Comprender el método científico.
- 23) Conectar e interrelacionar los ámbitos del conocimiento que engloba la biotecnología, desde los principios biológicos y fisicoquímicos hasta la aplicación en explotación industrial o de I+D+i.
- 28) Adquirir las capacidades de observación e interpretación de los resultados obtenidos.

Competencias Específicas:

- 80) Calcular, interpretar y racionalizar los parámetros relevantes en fenómenos de transporte y los balances de materia y energía en los procesos bioindustriales.
- 82) Instrumentar y controlar bioprocesos.
- 83) Diseñar y manejar biorreactores a escala de laboratorio.
- 84) Establecer los modelos que permiten explicar y predecir variables celulares y enzimáticas (crecimiento celular y actividad celular y enzimática). Deducir las ecuaciones cinéticas y estequiométricas básicas.
- 85) Utilizar adecuadamente equipamientos de producción biotecnológica a escala piloto o superior, así como conocer y aplicar los protocolos de actuación y de seguridad en una planta industrial.
- 86) Conocer y aplicar los criterios de escalado y desarrollo de procesos biotecnológicos

## GUÍA DOCENTE

bajo parámetros económicos.

87) Plantear un problema de diseño, identificarlo y acotarlo; proponer alternativas de solución; seleccionar la alternativa más adecuada; y resolverlo, razonando científica y técnicamente la solución adoptada.

### 4.2. Competencias del Módulo que se desarrollan en la asignatura

Competencias que el estudiante adquiere al estudiar la asignatura de Biorreactores dentro del Módulo de “Bioingeniería y Procesos Biotecnológicos. Procesos Biotecnológicos” numeradas según aparecen en la memoria de Grado en Biotecnología:

3. Calcular, interpretar y racionalizar los parámetros relevantes en fenómenos de transporte y los balances de materia y energía en los procesos bioindustriales.
5. Instrumentar y controlar bioprocesos.
6. Diseñar y manejar biorreactores a escala de laboratorio.
7. Establecer los modelos que permiten explicar y predecir variables celulares y enzimáticas (crecimiento celular y actividad celular y enzimática). Deducir las ecuaciones cinéticas y estequiométricas básicas.
8. Utilizar adecuadamente equipamientos de producción biotecnológica a escala piloto o superior.
10. Conocer y aplicar los criterios de escalado y desarrollo de procesos biotecnológicos bajo parámetros económicos.

### 4.3. Competencias particulares de la asignatura

- Comprender cuáles son los principales parámetros cinéticos y estequiométricos relevantes para el diseño y operación de los biorreactores.
- Saber identificar las distintas partes que componen un biorreactor, las funciones que cumplen y las consecuencias de los cambios de diseño.
- Conocer los principales tipos de biorreactores, sus ventajas e inconvenientes, y los tipos de procesos biotecnológicos para los que son apropiados.
- Conocer las operaciones que intervienen en los ciclos de producción mediante biorreactores, con especial atención a las relacionadas con la higiene, esterilidad y seguridad biológica.
- Conocer los fundamentos de los sistemas de control de los biorreactores.

## GUÍA DOCENTE

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA (TEMARIO)

#### **Bloque I: Ingeniería de las reacciones químicas**

Unidad 1. Introducción. Análisis de costes y estrategias de diseño.

Unidad 2. Termodinámica de las reacciones químicas: Conceptos básicos de energía. Cálculo de entalpías. Variación de entalpía debida a la reacción. Calores de reacción para procesos con producción de biomasa.

Unidad 3. Cinética de las reacciones químicas. Influencia de la temperatura: Energía de activación y factores de frecuencia. Características de las reacciones biológicas.

#### **Bloque II: Reactores ideales: Modelos de reactores.**

Unidad 4. Reactores de tanque agitado: Hipótesis de mezcla perfecta. Reactor discontinuo. Reactor con alimentación intermitente. Reactor continuo. Reactores conectados en serie. Reactores con recirculación.

Unidad 5. Reactores tubulares: Hipótesis de flujo pistón. Características de los reactores tubulares. Estudio comparativo de reactores.

Unidad 6. Reactores heterogéneos: Reactores tubulares continuos de lecho fluidizado y de lecho fijo. Regeneración del catalizador.

#### **Bloque III: Ingeniería Bioquímica. Reactores bioquímicos.**

Unidad 7. Fermentaciones enzimáticas y microbianas. Aspectos básicos de biorreactores. Recuperación del biocatalizador. Reactores con biocatalizadores inmovilizados.

Unidad 8. Biorreactores gas-líquido: Tipos de biorreactores gas-líquido.

Unidad 9. Biorreactores no convencionales: de lecho fijo, de lecho fluidizado, de membrana, fotobiorreactores y biorreactores en estado sólido.

Unidad 10. Esterilización de los biorreactores. Condiciones de operación en biorreactores. Influencia de las condiciones de operación: Agitación, aeración, temperatura. Control del bioproceso.

Unidad 11. Cambio de escala en biorreactores: Análisis general. Consecuencias del cambio de escala. Métodos más frecuentes empleados en el escalado.

## GUÍA DOCENTE

### 6. METODOLOGÍA Y RECURSOS

El modelo de asignatura es del tipo B1, lo que determina la metodología y evaluación de la asignatura:

**Enseñanzas Básicas:** corresponden al 60% de la docencia total de esta asignatura y se dedicará a la enseñanza teórica, los fundamentos metodológicos y los conceptos esenciales de la asignatura. Para la transferencia de los conocimientos al alumno, se utilizarán medios audiovisuales e interacción con los alumnos, para desarrollar los contenidos básicos de la asignatura y dotarle de conocimientos fundamentales que le permitan desarrollar un aprendizaje autónomo de los aspectos no tratados en clase. Al final de cada tema se entregará a los alumnos, a través de la WEBCT (Aula Virtual), una copia del material más relevante necesario para el desarrollo de la misma, a fin de reducir la necesidad de tomar excesivos apuntes. Se procurará que los alumnos participen activamente en la clase suscitando, cuando se crea oportuno, algún debate sobre los contenidos desarrollados.

**Enseñanzas de Prácticas y de Desarrollo:** corresponden al 40% de la docencia total de esta asignatura. El contenido de esta docencia será cubierto mediante sesiones de prácticas de laboratorio, de desarrollo y visitas técnicas.

## GUÍA DOCENTE

### 7. EVALUACIÓN

La evaluación del alumno será continua y distribuida a lo largo de todo el semestre, teniéndose en cuenta la participación del alumnado en las clases de Enseñanzas Básicas (EB), y la asistencia y participación en las de Enseñanzas Prácticas y de Desarrollo (EPD), así como su aportación en el espacio virtual de la asignatura respondiendo a las tareas encargadas, realizando los exámenes o participando en los foros de debate.

El proceso de evaluación se puede dividir en dos partes, La primera parte, corresponde a las EB que será evaluada a través de un examen final. La segunda parte corresponde a las EPD, en esta parte el alumno debe preparar y presentar un informe por cada práctica de laboratorio realizada. La evaluación de esta última parte será a través de un examen final.

#### *Criterios de evaluación de la asignatura*

- 1- Conceptos de la materia obtenidos en la EB (6 puntos)
- 2- Evaluación de los conceptos obtenidos en las prácticas de laboratorio, seminarios y posibles visitas técnicas (4 puntos).

La aprobación de la asignatura está vinculado directamente con lo siguiente.

- a) Asistencia a todas las sesiones de la EPD.
- b) Presentación de los informes solicitados correspondientes a las EPD.
- c) Obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EB (mínimo 3 puntos) y en la parte de la EPD (mínimo 2 puntos). El incumplimiento de este criterio implica la no superación de la asignatura y obtención de la nota suspenso.
- d) El cumplimiento de los apartados a) y b) implica la superación mínima de la parte EPD (2 puntos). La obtención de más nota en la parte de EPD será a través de un examen de conceptos de la parte de EPD.
- e) Los alumnos que no realizan la parte EPD (que tiene carácter experimental) y quieren presentarse a las convocatorias siguientes. Además del examen de la parte de EB, se le exigirá dos exámenes, uno práctico donde cada alumno debe demostrar su capacidad de manejo experimental, y otro de conocimiento de todos los conceptos tratados en la parte de EPD.

## GUÍA DOCENTE

### 8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- A.J. Rehm, G. Reed, *Biotechnology, Vol. 2, Fundamentals of Biochemical Engineering*, VCH Verlags, Weinheim, 1983.
- A. Kayode, *Modelling of chemical kinetics and reactor design*, Gulf Publishing Company, Texas, 2001.
- B. Atkinson, *Reactores bioquímicos*, Reverté, Barcelona, 1986.
- D.I.C. Wang, C.L. Cooney, A.L. Demain, P. Dunnill, A.E. Humphrey, M.D. Lilly, *Fermentation and enzyme technology*, Wiley-Interscience, Nueva York, 1979.
- F. Gódia, J. López, *Ingeniería bioquímica, Síntesis*, Madrid, 1998.
- G. Calleja, *Introducción a la ingeniería química*, Síntesis, Madrid, 1999.
- G.L. Solomons, *Materials and methods in fermentations*, Academic Press, Londres, 1969.
- H. Scott, *Elements of chemical reaction engineering*, Prentice-Hall (3ª Ed.), 1999.
- H.C. Vogel, C.L. Todaro, *Fermentation and biochemical engineering handbook: principles, process design, and equipment*, Noyes Publications (2ª Ed.), Nueva Jersey, 1997.
- J. Costa, S. Cervera, F. Cunill, S. Esplugas, C. Mans, J. Mata, *Curso de ingeniería química*, Reverté (10ª Ed.), Barcelona, 2004.
- J.D. Bullock, B. Kristiansen, *Basic biotechnology*, Academic Press, Londres, 1987.
- J.E. Bailey, D.F. Ollis, *Biochemical engineering fundamentals*, McGraw-Hill, Nueva York (2ª Ed.), 1986.
- J.M. Santamaría, J. Herguido, M.A. Menéndez, A. Monsón, *Ingeniería de reactores*, Síntesis, Madrid, 2002.
- O. Levenspiel, *Ingeniería de las reacciones químicas*, Limusa Wiley (3ª Ed.), México, 2004.
- P.A. Doran, *Bioprocess engineering principles*, Academic Press, Londres, 1995.
- R. Quintero, *Ingeniería bioquímica, Teoría y aplicaciones*, Alhambra, Madrid, 1981.
- R.W. Missen, C.A. Mims, B.A. Saville, *Introduction to chemical reaction engineering and kinetics*, Wiley, Nueva York, 1998.
- S. Aiba, A.E. Humphrey, N.F. Millis, *Biochemical engineering*, Academic Press (2ª Ed.), Nueva York y Londres, 1973.