



Universitat de Lleida

# GUÍA DOCENTE **BIORREACTORES**

Coordinación: GARVIN ARNES, ALFONSO

Año académico 2022-23

## Información general de la asignatura

|  |  |               |               |            |
|--|--|---------------|---------------|------------|
| <b>Denominación</b>  | BIORREACTORES  |               |               |            |
| <b>Código</b>  | 101620   |               |               |            |
| <b>Semestre de impartición</b>   | 1R Q(SEMESTRE) EVALUACIÓN CONTINUADA                               |               |               |            |
| <b>Carácter</b>  | Grado/Máster   | Curso         | Carácter      | Modalidad  |
|  | Grado en Biotecnología   | 3             | OBLIGATORIA   | Presencial |
| <b>Número de créditos de la asignatura (ECTS)</b>  | 6  |               |               |            |
| <b>Tipo de actividad, créditos y grupos</b>  | <b>Tipo de actividad</b>   | <b>PRAULA</b> | <b>TEORIA</b> |            |
|  | <b>Número de créditos</b>  | 2.1           | 3.9           |            |
|  | <b>Número de grupos</b>  | 2             | 1             |            |
| <b>Coordinación</b>  | GARVIN ARNES, ALFONSO  |               |               |            |
| <b>Departamento/s</b>  | TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y CIENCIA DE ALIMENTOS                      |               |               |            |
| <b>Distribución carga docente entre la clase presencial y el trabajo autónomo del estudiante</b> | Horas presenciales: 60<br>Horas no presenciales: 90                |               |               |            |
| <b>Información importante sobre tratamiento de datos</b>   | Consulte <a href="#">este enlace</a> para obtener más información. |               |               |            |
| <b>Idioma/es de impartición</b>  | Catalán: 80%<br>Castellano: 20%                                    |               |               |            |

| Profesor/a (es/as)    | Dirección electrónica\nprofesor/a (es/as) | Créditos impartidos por el profesorado | Horario de tutoría/lugar |
|-----------------------|---|--|--------------------------|
| GARVIN ARNES, ALFONSO | alfonso.garvin@udl.cat                    | 8,1                                    |                          |

## Información complementaria de la asignatura

### Asignatura/materia en el conjunto del plan de estudios

Un número elevado de procesos industriales biotecnológicos tienen una o más etapas consistentes en unidades de reacción química. El estudio de la reacción química permite profundizar en el diseño de los biorreactores, siendo especialmente importantes las reacciones microbianas y las fermentaciones enzimáticas desde el punto de vista de la biotecnología. Por tanto, es necesario conocer el concepto de velocidad de reacción y aplicar los conocimientos básicos de la cinética química al estudio no solo de los biorreactores, sino también de los reactores reales con flujo no ideal.

### Requisitos para cursarla

Pre-requisitos: NO

Co-requisitos: NO

## Objetivos académicos de la asignatura

El estudiante, al superar la asignatura, ha de ser capaz de:

- Conocer todos los bioreactores ideales.
- Conocer el concepto de velocidad de reacción y los diferentes tipos de expresiones cinéticas.
- Saber obtener y resolver el modelo matemático de los biorreactores ideales, mediante el planteamiento de los balances de materia y energía para cualquier tipo de cinética.
- Conocer y aplicar las diferentes cinéticas a biorreactores multifásicos.
- Conocer las reacciones enzimáticas y microbianas y saber obtener y resolver el modelo matemático en un biorreactor.
- Conocer la aplicación de biocatalizadores inmovilizados en los biorreactores.
- Conocer los tipos más importantes de biorreactores no convencionales.
- Conocer el método de obtener el modelo de flujo de un reactor real y diferenciarlo con el de reactores ideales (tanque agitado y flujo en pistón).
- Saber aplicar el modelo de flujo de un reactor real para obtener la conversión a la salida, tiempo medio y volumen útil. Saber justificar la desviación respecto de la idealidad.

## Competencias

### Competencias generales

CG1 Ser capaz de buscar y utilizar selectivamente fuentes de información necesarias para alcanzar los objetivos formativos.

CG2 Interpretar la información científico-técnica con un sentido crítico, y ser capaz de hacer presentaciones basadas en esta información.

CG3 Trabajar en equipo, con una visión multidisciplinar y con capacidad para hacer una distribución racional y eficaz de tareas entre los miembros del equipo.

CG4 Conocer y utilizar adecuadamente el vocabulario científico y técnico propio de los diferentes ámbitos de la Biotecnología.

CG6 Conocer y saber utilizar el programario y las bases de datos específicas en los diferentes ámbitos de la Biotecnología.

CG7 Utilizar el método científico para analizar datos y diseñar estrategias experimentales con aplicaciones biotecnológicas.

CG8 Ser capaz de formarse un juicio crítico sobre las implicaciones de la biotecnología a nivel ético, legal y ambiental.

CG9 Ser capaz de desarrollar una actividad profesional de acuerdo con las normativas de seguridad y respeto al medio ambiente y con criterios éticos.

CG10 Transmitir estrategias y aplicaciones tecnológicas a la empresa, basadas en los fundamentos generales de la economía de empresa.

CG12 Desarrollar habilidades de trabajo y relaciones interpersonales en un entorno laboral y conocer la organización, estructura de una empresa o institución

## **Relación de Competencias Específicas**

CE2 Conocer y comprender los fundamentos químicos de los procesos biotecnológicos.

CE4 Conocer los principios de la física-química y ser capaz de resolver los problemas relacionados con la cinética de las reacciones químicas.

CE5 Conocer los principios básicos de la ingeniería química.

CE9 Alcanzar un dominio satisfactorio de conceptos y procedimientos relacionados con el cálculo diferencial integral y con el álgebra lineal.

CE10 Ser capaz de aplicar los procedimientos matemáticos a situaciones científico-técnicas necesarias a lo largo de los estudios y en el ejercicio futuro de la profesión.

CE11 Conocer y saber utilizar los conceptos básicos del método estadístico, siendo capaz de analizar estadísticamente los resultados de estudios e interpretarlos críticamente.

CE13 Conocer y comprender los fundamentos físico-matemáticos de los procesos biotecnológicos.

CE29 Conocer el diseño de biorreactores para el desarrollo de procesos de producción específicos.

CE30 Conocer los procesos tecnológicos basados en el uso de seres vivos y las estrategias de optimización de los mismos.

CE31 Ser capaz de calcular, interpretar y racionalizar los procesos bioindustriales en base a los parámetros relevantes en los fenómenos de transporte y balances termodinámicos.

## **Contenidos fundamentales de la asignatura**

### **Tema 1.- Introducción a los biorreactores.**

1.1.- Tipos de biorreactores

1.2.- Modelo matemático

1.3.- Equación estequiométrica

1.4.- Conversión

1.5.- Ecuación de velocidad y ecuación de Arrhenius

1.6.- Mecanismo de reacción

1.7.- Balances de materia y energía

## **Tema 2.- Reactor intermitente (RI)**

2.1.- Modelo matemático RI a volumen constante

2.2.- Modelo matemático RI a volumen y temperatura constantes

2.3.- Ecuaciones integradas RI a volumen y temperatura constantes para las cinéticas más habituales

2.4.- Modelo matemático RI en su etapa previa de llenado

2.5.- Modelo matemático RI en su etapa posterior de vaciado

## **Tema 3.- Reactor tanque agitado (RTA)**

3.1.- Modelo matemático RTA a volumen constante y estado no estacionario

3.2.- Modelo matemático RTA a volumen constante y estado estacionario

3.2.1.- Con cambio de temperatura

3.2.2.- Sin cambio de temperatura

3.2.3.- Interpretación gráfica del balance de materia

3.3.- Ecuaciones RTA a volumen constante y estado estacionario para las cinéticas más habituales

3.4.- Modelo matemático RTA a volumen variable

3.4.1.- con entrada y salida

3.4.2.- en la etapa previa de llenado

3.4.3.- en la etapa posterior de vaciado

## **Tema 4.- Reactor de flujo en pistón (RFP)**

4.1.- Modelo matemático RFP en estado estacionario (EE)

4.2.- Modelo matemático RFP en EE sin cambio de temperatura

4.3.- Interpretación gráfica del balance de materia

4.4.- Comparación RFP y RTA sin cambio de temperatura

4.5.- Ecuaciones integradas RFP en EE y sin cambio de temperatura para las cinéticas más habituales

## **Tema 5.- Reactor real a temperatura constante**

5.1.- Flujo no ideal

5.2.- Función DTR

5.3.- Aplicación función DTR

5.4.- Función DTR para reactores específicos

5.5.- Función DTR tras cambio de caudal

5.6.- Comprobación función DTR para reactores ideales

## **Tema 6.- Biorreactores multifásicos a temperatura constante**

6.1.- Transferencia de materia

6.2.- Etapas

6.3.- Unidades cinéticas

6.4.- Modelo matemático cinéticas orden 1 y 2

6.5.- Modelo matemático enzimas inmovilizados

6.6.- Modelo matemático cualquier cinética

## **Tema 7.- Reactores enzimáticos a temperatura constante**

7.1.- Cinética de Michaelis-Menten

7.2.- RI y RFP

7.3.- Actividad enzimática

7.4.- RTA

7.5.- Cinética a partir de datos velocidad-concentración

7.6.- Inhibición competitiva, no competitiva y acompetitiva

7.7.- Inhibición por sustrato

7.8.- Comparación RFP y RTA

## **Tema 8.- Reactores microbianos a temperatura constante**

8.1.- Introducción

8.2.- Ecuaciones cinéticas

8.2.1.- Modelos sin limitación

8.2.2.- Modelos con inhibición por sustrato

8.2.3.- Modelos de tasa de crecimiento

8.2.4.- Modelos con envenenamiento por producto

8.2.5.- Modelos con sustrato ilimitado

8.2.6.- Determinación de las constantes cinéticas

8.3.- RI

8.3.1.- Cualquier cinética

8.3.2.- Cinética de Monod

8.3.3.- Modelos de tasa de crecimiento

8.3.4.- Cinética de Levenspiel

8.4.- RTA

8.4.1.- Modelo

8.4.2.- Tiempo de lavado

8.4.2.1.- Cualquier cinética

8.4.2.2.- Cinética de Monod

8.4.2.3.- Cinética de Levenspiel

8.4.3.- Velocidad máxima

8.4.3.1.- Cualquier cinética

8.4.3.2.- Cinética de Monod

8.4.3.3.- Cinética de Levenspiel

8.5.- Comparación eficacia RTA y RFP

8.6.- Microorganismos inmovilizados

8.7.- Rendimiento fraccional variable

## **Tema 9.- Degradación térmica de microorganismos**

9.1.- Introducción

9.2.- Curvas de destrucción térmica. Cinética.

9.3.- Tiempo de reducción decimal

9.4.- Efecto de la temperatura

9.5.- Letalidad

9.6.- Tiempo de muerte térmica

9.7.- Cocción

9.8.- Tratamiento de productos envasados. Curva de penetración de calor.

9.9.- Tratamiento en continuo

**Actividades prácticas:** Seminarios de cálculo para todos los conceptos de la asignatura.

## Ejes metodológicos de la asignatura

| Tipo de actividad | Descripción | Actividad presencial alumno |  | Actividad no presencial alumno |  |
|-------------------|-------------|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
|                   |             |                             |  |                                |  |

|  |  | Objetivos  | Horas     | Trabajo alumno   | Horas     |
|--|--|--|-----------|--|-----------|
| <b>Lección magistral</b>                     | Clase magistral (Aula. Grupo grande)       | Explicación de los principales conceptos T1-T5       | 10        | Estudio: Conocer, comprender y sintetizar conocimientos  | 15        |
| <b>Problemas y casos</b>                     | Clase participativa (Aula. Grupo grande )  | Resolución de problemas y casos T1-T5                | 10        | Aprender a resolver problemas y casos                    | 15        |
| <b>Primer parcial (Evaluación continua)</b>  |  |  |           |  |           |
| <b>Lección magistral</b>                     | Clase magistral (Aula. Grupo grande)       | Explicación de los principales conceptos T6-T9       | 10        | Estudio: Conocer, comprender y sintetizar conocimientos. | 15        |
| <b>Problemas y casos</b>                     | Clase participativa (Aula. Grupo grande)   | Resolución de problemas y casos T6-T9                | 10        | Aprender a resolver problemas y casos.                   | 15        |
| <b>Seminarios</b>                            | Clase participativa práctica (Grupo medio) | Realización de actividades de discusión y aplicación | 20        | Realizar cálculos y presentar informes                   | 30        |
| <b>Segundo parcial (Evaluación continua)</b> |  |  |           |  |           |
| <b>Totals</b>                                |  |  | <b>60</b> |  | <b>90</b> |

## Sistema de evaluación

| Tipo de actividad        | Actividad de Evaluación   |        | Peso calificación |
|--------------------------|---|--------|-------------------|
|                          | Procedimiento   | Número | (%)               |
| <b>Problemas y casos</b> | Prueba escrita sobre problemas y casos T1-T5  | 1      | <b>37.5</b>       |
| <b>Problemas y casos</b> | Prueba escrita sobre problemas y casos T6-T9 (T1-T5 incluidos implícitamente)   | 1      | <b>37.5</b>       |
| <b>Seminarios</b>        | Hoja de cálculo para solucionar un problema que incluye todos los conceptos trabajados en teoría, problemas y seminarios. | 1      | <b>25</b>         |
| <b>Total</b>             |   |        | <b>100</b>        |

### Observacions

Un 75% de la nota final se obtiene de exámenes escritos. En el primer examen escrito se evaluarán los temas 1 a 5. En el segundo examen se evaluarán los temas restantes (6 a 9), pero los primeros temas están implícitamente incluidos. Dado que el segundo parcial incluye implícitamente los temas del primer parcial, si la nota del segundo parcial fuera superior a la del primer parcial, la nota del primer parcial también será la del segundo parcial.



Dado que la nota de los exámenes supera el 30% de la nota final, en el caso que la nota media de estas dos pruebas no supere el 5.0, el alumno tiene la opción de realizar un examen de recuperación en la fecha oficialmente establecida para ello. A este examen de recuperación también se podrá presentar cualquier alumno que desee aumentar la nota de esta parte. En el caso de entregar el examen, la nota de esta parte será sustituida por la nota del examen de recuperación, independientemente de qué nota sea más alta.

El 25% restante de la nota final se obtendrá mediante la evaluación de la hoja de cálculo entregada para resolver el problema que incluye todos los conceptos trabajados en los seminarios. Se valorarán los cálculos de la hoja de cálculo, pero en todos los casos se dará mucha importancia a las normas de presentación de gráficos, tablas, cifras significativas y unidades. Para superar la asignatura, es imprescindible tener una nota igual o superior a 5.0 sobre 10 en este apartado. La no presentación del informe dentro del plazo establecido supondrá la valoración de la asignatura como "NO PRESENTADO".

La nota final deberá ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

## Bibliografía y recursos de información

### Bibliografía básica

Doran PM. 1998. *Principios de Ingeniería de los Bioprocesos*. Ed. Acribia

Gòdia F, López J. 1998. *Ingeniería Bioquímica*. Ed. Síntesis

Levenspiel O. 1986. *El Omnilibro de Reactores Químicos*. Ed. Reverté

Mittal GS. 1992. *Food Biotechnology*. Technomic Publish, Co.

Quintero R. 1981. *Ingeniería Bioquímica*. Ed. Alhambra

### Bibliografía complementaria

Atkinson B. 1975. *Biochemical Reactors*. Ed. Pion

Bailey JE, OLLIS DF. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals*. Ed. McGraw-Hill

Blanc HW; Clark DS. 1996. *Biochemical Engineering*. Ed. Marcel Dekker, New York

Lee JM. 1991. *Biochemical Engineering*. Ed. Prentice Hall

Van't Riet, Tramper J. 1991. *Basic Bioreactor design*. Ed. Marcel Dekker, New York