

## Ingeniería Bioquímica

Código: 102407

Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500897 Ingeniería Química	OT	4	1

### Contacto

Nombre: José Luis Montesinos Seguí

Correo electrónico: [joseluis.montesinos@uab.cat](mailto:joseluis.montesinos@uab.cat)

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: Sí

Algún grupo íntegramente en español: No

### Prerequisitos

Se recomienda haber alcanzado los conocimientos básicos sobre: Biología i Bioquímica General, Reactores, Aplicaciones Informáticas y Simulación de Procesos Químicos.

### Objetivos y contextualización

Relacionar y aplicar conceptos y métodos conocidos en diferentes materias (desde la biología y bioquímica hasta los principios fundamentales de la ingeniería química) en el análisis y diseño de bioprocessos: cómo, cuándo y dónde aplicar los conocimientos adquiridos. Para ello, se han de alcanzar unos conocimientos básicos, saber aplicarlos y resolver problemas sobre diferentes aspectos relevantes en procesos bioindustriales, tales como balances de materia y energía, fenómenos de transporte, diseño y uso adecuado de un biorreactor según su aplicación, así como la interacción entre cinética y modo de operación. Finalmente es necesario saber describir y diseñar correctamente la diversidad de procesos de separación a diferente escala en el ámbito de los bioprocessos.

### Competencias

- Actitud personal
- Aplicar conocimientos relevantes de las ciencias básicas: Matemáticas, Química, Física y Biología, así como principios de Economía, Bioquímica, Estadística y Ciencia de Materiales que permitan la comprensión, descripción y solución de problemas típicos de la Ingeniería Química.
- Comprender y aplicar los principios básicos en que se fundamenta la Ingeniería Química, y más concretamente: Balances de materia, energía y cantidad de movimiento. Termodinámica, equilibrio entre fases y equilibrio químico. Cinética de los procesos físicos de transferencia de materia, de energía y de cantidad de movimiento, y cinética de la reacción química.
- Comunicación
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal

### Resultados de aprendizaje

1. Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.

2. Desarrollar el pensamiento científico.
3. Desarrollar la capacidad de análisis, síntesis y prospectiva.
4. Desarrollar la curiosidad y la creatividad.
5. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico.
6. Describir la interacción entre cinética y modo de operación del biorreactor.
7. Explicar, aplicar y resolver problemas sobre los balances de materia y energía en los procesos bioindustriales.
8. Identificar y aplicar los sistemas de inmovilización y su modo de operación.
9. Relacionar y aplicar conceptos y métodos conocidos en diversas materias (desde la biología y la bioquímica a los principios de ingeniería química) en el análisis y diseño de bioprocesos: cómo, cuándo y dónde aplicar dichos conocimientos adquiridos.
10. Trabajar de forma autónoma.

## Contenido

### TEMA 1.- INGENIERÍA BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA

- 1.1. Introducción a los Procesos Biotecnológicos. Sectores implicados
- 1.2. Ingeniería Bioquímica
- 1.3. Aplicaciones de enzimas, microrganismos y células. Nuevos productos
- 1.4. Fermentación

### TEMA 2.- ENZIMAS. CINÉTICA Y APLICACIONES

- 2.1. Introducción a la catálisis enzimática
- 2.2. Clasificación de los enzimas
- 2.3. Cinética enzimática
  - 2.3.1. Reacciones enzimáticas con un solo substrato
  - 2.3.2. Ecuación de *Michaelis-Menten*
  - 2.3.3. Determinación de los parámetros cinéticos
  - 2.3.4. Reacciones enzimáticas con inhibición
  - 2.3.5. Factores que influyen sobre la actividad y estabilidad enzimática
- 2.4. Utilización y aplicaciones de enzimas

### TEMA 3.- CRECIMIENTO CELULAR

- 3.1. Fases del cultivo celular
- 3.2. Cinética de crecimiento. Modelos
- 3.3. Efectos de las condiciones ambientales en la cinética de crecimiento
- 3.4. Determinación de la concentración celular
- 3.5. Medios de cultivo y composición celular

### TEMA 4.- BALANCES DE MATÉRIA Y ENERGÍA

- 4.1. Crecimiento celular, consumo de substratos y generación de productos

- 4.2. Estequiométría del sistema
- 4.3. Rendimientos
- 4.4. Balances de materia y energía
  - 4.4.1. Substrato como fuente de energía. Rendimiento intrínseco y coeficiente de mantenimiento
  - 4.4.2. Balances elementales
  - 4.4.3. Balance redox. Grado de reductancia

## TEMA 5.- BIOCATALIZADORES INMOVILIZADOS

- 5.1. Conceptos generales
  - 5.1.1. Métodos de inmovilización
  - 5.1.2. Adsorción
  - 5.1.3. Enlace covalente
  - 5.1.4. Entrecruzamiento
  - 5.1.5. Atrapamiento
  - 5.1.6. Membranas
- 5.2. Selección del método de inmovilización
- 5.3. Cinética de biocatalizadores inmovilizados
  - 5.3.1. Transferencia de materia externa
  - 5.3.2. Transferencia de materia interna
- 5.4. Aplicaciones de los biocatalizadores inmovilizados

## TEMA 6.- DISEÑO DE BIORREACTORS IDEALES

- 6.1. Reactores con células
  - 6.1.1. RDTA
  - 6.1.2. Reactor discontinuo alimentado
  - 6.1.3. RCTA
  - 6.1.4. RCTA's en serie
  - 6.1.5. RCTA con recirculación
  - 6.1.6. RCFP
- 6.2. Reactores enzimáticos
  - 6.2.1. RDTA
  - 6.2.2. RCTA
  - 6.2.3. RCFP

## TEMA 7.- AIREACIÓN

- 7.1. Velocidad de transferencia de oxígeno (OTR)
- 7.2. Factores que influyen en la velocidad de transferencia de oxígeno
- 7.3. Velocidad de consumo de oxígeno (OUR)
- 7.4. Determinación experimental del coeficiente  $k_L a$ 
  - 7.4.1. Métodos indirectos
  - 7.4.2. Métodos directos

## TEMA 8.- AGITACIÓN

- 8.1. Reología de los cultivos
- 8.2. Factores y efectos del esfuerzo cortante
- 8.3. Diseño de los sistemas de agitación
  - 8.3.1. Agitadores
  - 8.3.2. Potencia de agitación
- 8.4. Estimación del coeficiente  $k_L a$  en sistemas con aireación

## TEMA 9.- ESTERILIZACIÓN

- 9.1. Introducción y objetivos
- 9.2. Métodos físicos de esterilización
  - 9.2.1. Tratamientos térmicos
  - 9.2.2. Esterilización de gases
- 9.3. Tratamientos químicos
- 9.4. Otros métodos de control de microrganismos

## TEMA 10.- CONFIGURACIÓN Y OPERACIÓN DE BIORREACTORES

- 10.1. Configuración y elementos de los diferentes tipos de biorreactor
- 10.2. Operación de los biorreactores. Instrumentación y control
  - 10.2.1. Fermentadores
  - 10.2.2. Cultivocelular
- 10.3. Cambio de escala
  - 10.3.1. Teoría de la semejanza
  - 10.3.2. Métodos más frecuentes

## TEMA 11.- SEPARACIÓN Y RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS

- 11.1. Introducción a las operaciones de separación en bioprocessos
- 11.2. Secuenciación de etapas de separación

- 11.3. Separación de productos insolubles
- 11.4. Disrupción celular
- 11.5. Separación de productos solubles
- 11.6. Ejemplos de diferentes bioprocessos

## Metodología

***La metodología docente y la evaluación propuestas pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.***

Estrategias docentes: Clase magistral-expositiva/Respuesta a preguntas. Seminarios. Tutorías en grupo e individuales. Resolución de problemas en clase y propuesta de problemas a resolver.

Clases expositivas y talleres: los estudiantes reciben un conjunto de, por un lado, conceptos teóricos y, por otro lado, habilidades prácticas para resolver ejemplos o problemas fáciles. Este aprendizaje proporcionará los conceptos básicos para comprender el curso y la resolución de problemas. En las sesiones tipo taller de trabajo los alumnos practicarán los conceptos y habilidades adquiridas durante las conferencias. Los grupos pequeños facilitarán la participación de los estudiantes en el proceso de resolución de problemas.

Seminarios específicos: En estas sesiones los estudiantes recibirán conceptos más prácticos y específicos adquiridos durante las conferencias. Se enfatiza la presentación de casos, promoviendo la participación de los estudiantes en la discusión de conceptos y alternativas.

Medios de soporte a la docencia: Entornos de comunicación: Fórum virtual. Correo-e. Materiales de estudio y documentación. Material estructurado: dosieres, ejercicios, etc... Bibliografía y otros materiales complementarios *on-line*. Otros recursos docentes: Software específico con finalidad docente opcional.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
<b>Tipo: Dirigidas</b>			
Clases magistrales	30	1,2	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10
Prácticas de aula (Resolució Problemes)	15	0,6	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10
Seminarios	5	0,2	9, 6, 2, 3, 4, 5
<b>Tipo: Supervisadas</b>			
Tutorías de soporte	2	0,08	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10
<b>Tipo: Autónomas</b>			
Estudio	40	1,6	9, 1, 6, 3, 4, 5, 7, 8, 10
Resolución de problemas	50	2	9, 1, 6, 3, 4, 5, 7, 8, 10
Tutorías con el profesor	2	0,08	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10

## Evaluación

*La metodología docente y la evaluación propuestas pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.*

Para considerar superada la asignatura será necesario obtener una nota global mínima de 50/100.

### a) Proceso de evaluación y actividades programadas

La evaluación continuada se realizará considerando una serie de actividades:

- Problemas, trabajos y ejercicios (PTE): 25 % nota
- 1<sup>a</sup> prueba parcial (PP1) (temas 1 a 5): 15 % nota.
- 2<sup>a</sup> prueba parcial (PP2) (temas 6 a 10): 15 % nota.
- Prueba de síntesis (PS) (temas 1 a 11): 45 % nota.

Los problemas, trabajos y ejercicios (PTE) se harán individualmente o en grupo y podrán ser problemas de la lista de la asignatura o no, estudio de casos específicos y actividades basadas en conceptos teóricos clave de los temas correspondientes.

Las pruebas parciales (PP1, PP2) consistirán en un problema corto y conceptos teóricos de los temas correspondientes (1h). La prueba de síntesis (PS) incluirá todo el contenido de la asignatura y consistirá en una parte teórica y otra con dos problemas (4h).

En las pruebas parciales y los problemas de la prueba de síntesis se podrá utilizar material de apoyo tipo: apuntes, libros, formularios, problemas resueltos, ordenador, herramientas de cálculo, etc ... En la parte de teoría de la prueba de síntesis no se podrá utilizar ningún tipo de material adicional a menos que sea indicado por el profesor.

### b) Programación de actividades de evaluación

La programación de las actividades de evaluación y entrega de trabajos se publicarán en la Plataforma virtual correspondiente (Moodle) y pueden estar sujetos a posibles cambios de programación por motivos de adaptación a posibles incidencias. Siempre se informará en la Plataforma virtual correspondiente sobre estos cambios, ya que se entiende que esta es la plataforma habitual de intercambio de información entre profesores y estudiantes.

No se realizarán exámenes en fechas, horarios y lugares diferentes a los que se programen y difundan por la coordinación de titulación/Escuela de Ingeniería. No se podrá introducir ningún cambio sin la aprobación de la coordinación de la titulación. Transcurridos 30 min de la hora programada de la actividad de evaluación, si no se ha iniciado se cancelará. Las actividades canceladas se reprogramarán.

### c) Proceso de recuperación

Los/las estudiantes que hayan suspendido la evaluación continuada o quieran subir la nota podrán hacer la prueba final de recuperación (PR 75%) de todas las pruebas parciales y de síntesis, no sólo de alguna de las pruebas. Deberán haber sido evaluados/as de un conjunto de actividades que representen un mínimo de 2/3 partes de la calificación total de la asignatura. Al presentarse a esta prueba final de recuperación renuncian a la nota de todas las pruebas parciales y de síntesis.

La prueba final incluirá todo el contenido de la asignatura y consistirá en una parte teórica y otra con tres problemas (4h). En los problemas de la prueba final se podrá utilizar material de apoyo tipo: apuntes, libros, formularios, problemas resueltos, ordenador, herramientas de cálculo, etc ... En la parte de teoría de la prueba final no se podrá utilizar ningún tipo de material adicional a menos que sea indicado por el profesor. En caso de no presentarse a la prueba final la calificación de la asignatura será la de la evaluación continua.

### d) Procedimiento de revisión de las calificaciones

Para cada actividad de evaluación, se indicará en la Plataforma virtual correspondiente (Moodle) un lugar, fecha y hora de revisión en la que el estudiante podrá revisar la actividad con el profesor.

### e) Calificaciones especiales

Otorgar una calificación de Matrícula de Honor (MH), aparte de la nota mínima que puede dar acceso ( $\geq 9.00$ ), es decisión del profesorado responsable de la asignatura que tendrá en cuenta la proactividad hacia la asignatura, la comprensión de los fundamentos y su relación con otras asignaturas y la fluidez, fiabilidad y expresión de los razonamientos. Se tendrá especial cuidado con la parte teórica de las pruebas de síntesis y

final. Se podrán conceder las MH resultantes de calcular el 5% o fracción de personas matriculadas. Se considerará No Evaluable (NA) si los/las estudiantes no han sido evaluados/as de un conjunto de actividades que representen un mínimo de 2/3 partes de la calificación total de la asignatura.

**f) Irregularidades por parte del alumnado, copia y plagio**

En el caso que el estudiante realice cualquier irregularidad que pueda conducir a una variación significativa de la calificación de un acto de evaluación, se calificará con un 0 este acto de evaluación, con independencia del proceso disciplinario que se pueda instruir. Esta actividad de evaluación no será recuperable. El profesor responsable de la asignatura tendrá que informar de estos casos a la coordinación de la titulación que registrará el hecho.

**g) Evaluación del alumnado repetidor**

A partir de la segunda matrícula, el estudiante/a podrá optar por hacer de nuevo la evaluación continuada o una prueba de síntesis que será la misma prueba (igual fecha y horario) que la de síntesis (PS) para los estudiantes de primera matrícula. Lo tendrá que comunicar por e-mail al profesor dentro de los primeros 15 días de curso. De este modo, la calificación de la asignatura corresponderá o bien a la evaluación continuada o tan solo a la nota de esta prueba de síntesis (PS 100 %), en sustitución de la evaluación continuada a todos los efectos. También podrá hacer una prueba final de recuperación (PR 75% o 100%), de acuerdo con las restricciones y condiciones de la modalidad que haya escogido, y será la misma prueba (igual fecha y horario) que la de recuperación (PR 75%) para los/las alumnos/as de primera matrícula.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega y presentación de problemas, actividades y ejercicios	25 %	0	0	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10
Prueba de síntesis	45 %	4	0,16	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10
Pruebas parciales	30 %	2	0,08	9, 1, 6, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10

## Bibliografía

- Berenjian, A. Essentials in Fermentation Technology. Springer. (2019). Versión digital.
- Blanch, H.W., Clark, D.S. Biochemical Engineering. Marcel Dekker. (1997).
- Doran, P.M. Bioprocess Engineering Principles, 2nd ed. Academic Press. 2n ed. (2013). Versión digital.
- El-Mansi, EMT, Bryce, C.F.A., Demain, A.L., Allman, A.R. Fermentation Microbiology and Biotechnology, 3<sup>rd</sup> ed. CRC Press. (2011).
- Gòdia, F., López, J. Ingeniería Bioquímica. Síntesis. (1998).
- Liu, Sh. Bioprocess Engineering. Kinetics, Sustainability, and Reactor Design. Elsevier B.V. 2n ed. (2017). Versión digital.
- Shuler, M.L., Kargi, F., De Lisa, M. Bioprocess engineering: basic concepts. Prentice Hall PTR. 3rd ed. (2017).

## Software

- Pal, Nirupam & Siletti, Charles & Petrides, Demetri. (2008). Superpro Designer: An Interactive Software Tool for Designing and Evaluating Integrated Chemical, Biochemical, and Environmental Processes.