



# Guía Docente:

## BIOQUÍMICA INDUSTRIAL

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2015-2016**



**I.- IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Bioquímica Industrial  
**NÚMERO DE CRÉDITOS:** 6  
**CARÁCTER:** Optativa  
**MATERIA:** Bioprocesos Industriales  
**MÓDULO:** Tecnología Química  
**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Química  
**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Primero (cuarto curso)  
**DEPARTAMENTO:** Bioquímica y Biología Molecular I

**PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:**

<b>Grupo A</b>	
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<p><b>Profesora:</b> Dra. CARMEN ACEBAL SARABIA  <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular I  <b>Despacho:</b> 16 de la Sección Departamental de la Facultad de Biología  <b>e-mail:</b> <a href="mailto:cacebals@ucm.es">cacebals@ucm.es</a></p>
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<p><b>Profesor:</b> Dr. MIGUEL ARROYO SÁNCHEZ  <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular I  <b>Despacho:</b> Lab. 3 de la Sección Departamental de la Facultad de Biología  <b>e-mail:</b> <a href="mailto:arroyo@bio.ucm.es">arroyo@bio.ucm.es</a></p>
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<p><b>Profesora:</b> Dra. ISABEL DE LA MATA  <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular I  <b>Despacho:</b> 16 de la Sección Departamental de la Facultad de Biología  <b>e-mail:</b> <a href="mailto:idlmeta@ucm.es">idlmeta@ucm.es</a></p>

**II.- OBJETIVOS**

■ **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este curso es el estudio de los procesos biotecnológicos de mayor impacto industrial. El objetivo general es proporcionar al estudiante las bases bioquímicas para entender los procesos de índole biotecnológica.

■ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Presentar los métodos de producción y mejora por procedimientos biotecnológicos, conociendo los criterios de calidad y las garantías de seguridad en la obtención de productos biotecnológicos.
- Presentar las aplicaciones analíticas de mayor utilidad y potencial desarrollo de las biomoléculas, así como las actuaciones básicas para la minimización del impacto ambiental en la producción biotecnológica. Explicar el papel de las operaciones de separación en los procesos químicos industriales.



### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS

#### ■ RECOMENDACIONES

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Descripción de los distintos tipos de organismos procariotas y eucariotas utilizados en las producciones industriales. Estudio del comportamiento de los microorganismos industriales: características, crecimiento y producción. Aprovechamiento y utilización de materias primas mediante procesos fermentativos. Fundamentos básicos de las rutas metabólicas implicadas en los procesos de producción industrial, principales puntos de regulación. Técnicas de Ingeniería Genética para la mejora de las cepas productoras. Producción de metabolitos primarios y secundarios. Utilización industrial de enzimas y células. Métodos de producción y aislamiento de enzimas de interés industrial. Métodos de inmovilización de células y enzimas para obtener biocatalizadores. Obtención de bioenergía y descontaminación ambiental mediante procesos biotecnológicos.

#### ■ PROGRAMA

1. Introducción a los procesos biotecnológicos.
2. Principales microorganismos de interés industrial.
3. Metabolismo microbiano.
4. Cultivo de microorganismos. Concepto de fermentación. Cinética de fermentaciones. Posibilidades degradativas de las fuentes hidrocarbonadas.
5. Materias primas utilizadas en las fermentaciones industriales.
6. Impacto de la biotecnología en la industria alimentaria.
7. Fuentes renovables de energía.
8. Producción industrial de enzimas: aplicaciones industriales. Inmovilización. Biosensores.
9. Producción microbiológica de metabolitos primarios. Ácido cítrico. Aminoácidos. Utilización de cepas silvestres y mutantes.
10. Producción industrial de metabolitos secundarios. Producción de antibióticos. Microorganismos productores. Etapas previas a la comercialización de un nuevo antibiótico. Tecnología general de la producción de antibióticos.
11. Bioconversiones. Producción industrial de esteroides de interés farmacológico: fermentación directa y transformación enzimática.
12. Producción de biopolímeros. Polisacáridos (dextranos y xantanos). Bioplásticos.
13. Ingeniería genética y mejora de cepas microbianas.
14. Descontaminación ambiental.



## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENERALES:

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
- **CG4-TQ1:** Aplicar conceptos de biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química. Diseñar reactores, y evaluar la transformación de materias primas y recursos energéticos.
- **CG5-TQ1:** Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.

### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE20-BI1:** Describir los fundamentos básicos de los procesos bioquímicos, las rutas metabólicas y su regulación, implicados en los bioprocesos industriales en los que se basa la Biotecnología Industrial o Biotecnología Blanca aplicados al desarrollo sostenible.
- **CE20- BI2:** Describir conocimientos generales de los organismos procariotas y eucariotas utilizados en las producciones industriales de compuestos de interés y describir las principales etapas de un proceso biotecnológico.
- **CE20- BI3:** Discernir entre los distintos métodos de inmovilización, sus potencialidades, ventajas y prestaciones, para obtener biocatalizadores de uso industrial.
- **CE20- BI4:** Utilizar conocimientos de los aspectos más básicos de la Ingeniería Genética con fines industriales.
- **CE20- BI5:** Explicar la secuencia de etapas en un bioproceso.

### ■ TRANSVERSALES:

- **CT1-TQ1:** Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2-TQ1:** Resolver problemas en el área de la Tecnología Química.
- **CT5-TQ1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de la Tecnología Química.
- **CT5-TQ2:** Consultar, utilizar y analizar bases de datos especializadas y recursos accesibles a través de internet.
- **CT8-TQ1:** Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT11-TQ1:** Aprender de forma autónoma.
- **CT12-TQ1:** Desarrollar sensibilidad hacia la repercusión social y medioambiental de las soluciones ingenieriles.



## VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Teoría	35,5	59,5	3,8
Seminarios	2	8	0,4
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	3	0,2
Actividades Prácticas	10	15	1
Exámenes	6	9	0,6
<b>Total</b>	<b>55,5</b>	<b>94,5</b>	<b>6</b>

## VII.- METODOLOGÍA

El tiempo lectivo del curso se divide en clases teóricas, seminarios y tutorías.

La **teoría** se desarrollará en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en la asignatura. Las clases teóricas consistirán, de forma mayoritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrán los conocimientos teóricos necesarios para resolver los ejemplos prácticos que se ven durante el curso.

Los **seminarios** se desarrollarán en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en la asignatura. En estas clases se abordará tanto la resolución de problemas previamente propuestos como algunos temas de carácter complementario y eminentemente prácticos.

Las **tutorías** se desarrollarán en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en la asignatura. En las tutorías se supervisará el progreso de los estudiantes en su trabajo personal.

Las actividades prácticas consistirán en prácticas de laboratorio más 1 visita a una empresa directamente relacionada con el sector de la biotecnología industrial.

Se utilizará el **Campus Virtual** de la UCM como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas, prácticas y de seminario, y como medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

Para el desarrollo de la asignatura no se va a seguir un libro de texto concreto. A continuación se relacionan textos recomendados de carácter general:

- Ahle, W.: “*Enzymes in industry: productions and applications*”, 3ª ed., Wiley-VCH, Weinheim, 2007.
- Barredo, J.L. (Ed.): “*Microbial enzymes and biotransformations*”, Human Press Inc., Totowa, New Jersey, 2005.



- Hopwood, D.A.: “*Streptomyces in Nature and Medicine: the antibiotic makers*”. Oxford University Press, Oxford, 2007.
- Parés, R. y Juárez, A.: “*Bioquímica de los microorganismos*”, Reverté, D.L., 1997.
- Ratledge, C. y Kristiansen, B.: “*Basic biotechnology*”, 3ª ed., Cambridge University Press, Oxford, 2006.
- Salminen, S.: “*Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects*”, Marcel Dekker, 2004.
- Scheper, T.; Faurie, R. y Thommel, J. (Eds): “*Microbial Production of L-Amino acids*”, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2003.
- Scragg, A.: “*Environmental biotechnology*”, Oxford University Press, 2004.
- Thieman, W.J. y Palladino, M.A.: “*Introducción a la Biotecnología*”, Editorial Pearson Educación S.A., 2010.
- Walker, G.M.: “*Yeast physiology and biotechnology*”, Ed. John Wiley & Sons, 2000.

#### ■ COMPLEMENTARIA:

- Andersen, D.C. y Krummen, L.: “*Recombinant protein expression for therapeutic applications*”, *Curr. Opin. Biotechnol.*, **13**: 117-123, 2002.
- Dellomonaco, C.; Fava, F. y Gonzalez, R.: “*The path to next generation biofuels: successes and challenges in the era of synthetic biology*”, *Microbial Cell Factories*, **9**:3, 2010.
- Demain, A.L. y Elander, R.P.: “*The  $\beta$ -lactam antibiotics: past, present, and future*”. *Antonie van Leeuwenhoek* **75**: 5-19, 1999.
- Elander, R. P.: “*Industrial production of  $\beta$ -lactam antibiotics*”, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **61**: 385–392, 2003.
- Fernandes, P.; Cruz, A.; Angelova, B.; Pinheiro, H.M. y Cabral, J.M.S.: “*Microbial conversion of steroid compounds: recent developments*”, *Enzyme Microb. Technol.* **32**: 688–705, 2003.
- Gerngross, T.U.: “*Advances in the production of human therapeutic proteins in yeasts and filamentous fungi*”, *Nature Biotechnol.*, **22**: 1409-1414, 2004.
- Hallenbeck, P.C. y Ghosh, D.: “*Advances in fermentative biohydrogen production: the way forward?*”, *Trends in Biotechnology* **27**, 287-297, 2009.
- Hasan, F.; Shah, A.A. y Hameed, A.: “*Industrial applications of microbial lipases*”, *Enzyme Microb. Technol.* **39**: 235–251, 2006.
- Hesse, F. y Wagner, R.: “*Developments and improvements in the manufacturing of human therapeutics with mammalian cell cultures*”, *Trends Biotechnol.* **18**: 173-180, 2000.
- Kirk, O.; Borchert, T.V. y Fuglsang, C.C.: “*Industrial enzyme applications*”, *Curr. Opin. Biotechnol.* **13**: 345-351, 2002.
- Leuchtenberger, W.; Huthmacher, K. y Drauz, K.: “*Biotechnological production of amino acids and derivatives: current status and prospects*”, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **69**: 1–8, 2005.
- Parales, R.E. y Haddock, J.D.: “*Biocatalytic degradation of pollutants*”, *Current Opinion in Biotechnology*, **15**:374–379, 2004.
- Parmar, A.; Kumar, H.; Marwaha, S.S. y Kennedy J.F.: “*Advances in enzymatic transformation of penicillins to 6-aminopenicillanic acid (6-APA)*”, *Biotechnol. Adv.* **18**: 289–301, 2000.
- Sanchez, S. y Demain, A.L.: “*Metabolic regulation of fermentation processes*”, *Enzyme and Microbial Technology* **31**, 895–906, 2002.



- Soccol, C.R.; Vandenberghe, L. P. S.; Rodrigues, C. y Pandey, A.: “*New perspectives for citric acid production and application*”, *Food Technol. Biotechnol.* 44: 141–149, 2006.
- Vidali, M.: “*Bioremediation. An overview*”, *Pure Appl. Chem.*, **73**, 1163–1172, 2001.
- Warner, J.R.; Patnaik, R. y Gill, R.T.: “*Genomics enabled approaches in strain engineering*”, *Current Opinion in Microbiology*, **12**:223–230, 2009.
- Willem M.; de Vos, W.M. y Hugenholtz, J.: “*Engineering metabolic highways in Lactococci and other lactic acid bacteria*”, *Trends in Biotechnology* **22**, 72-79, 2004.

## IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

■ **EXÁMENES ESCRITOS:** **70%**

La evaluación de las competencias adquiridas en la parte teórica de la asignatura se llevará a cabo mediante la realización de un único examen final. El examen constará de preguntas sobre aplicación de conceptos aprendidos durante el curso y cuestiones prácticas relacionadas.

■ **TRABAJO PERSONAL:** **10%**

La evaluación del trabajo de aprendizaje realizado por el alumno considerará la destreza del alumno en la resolución de las cuestiones propuestas.

■ **ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS):** **15%**

Los alumnos desarrollarán un trabajo propuesto por el profesor, que se someterá a la valoración del profesor, así como a las preguntas de sus compañeros sobre el tema. El profesor valorará tanto el trabajo como la claridad de la presentación, y el análisis crítico efectuado por los compañeros.

■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:** **5%**

La asistencia y la participación del alumno en todas las actividades se valorará positivamente en la calificación final. La falta de asistencia reiterada podrá penalizarse.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (tutorías, entrega de problemas,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de diez días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
Temas 1, 2, 3, 4 y 5	Clases Teoría	6	1	1ª semana	3ª semana
	Tutorías	1	2	2ª semana	
Tema 6	Clases Teoría	4	1	3ª semana	4ª semana
Tema 7	Clases Teoría	3	1	5ª semana	6ª semana
Tema 8	Clases Teoría	6,5	1	6ª semana	8ª semana
	Seminario	1	1	8ª semana	9ª semana
Tema 9	Clases Teoría	3	1	9ª semana	10ª semana
Tema 10	Clases Teoría	6	1	10ª semana	12ª semana
Tema 11	Clases Teoría	1	1	12ª semana	13ª semana
Tema 12	Clases Teoría	2	1	13ª semana	13ª semana
	Seminario	1	1	14ª semana	14ª semana
Tema 13	Clases Teoría	2	1	14ª semana	15ª semana
	Tutorías	1	2	15ª semana	
Tema 14	Clases Teoría	2	1	15ª semana	15ª semana

\* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación conjunta del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad estudiante	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Teoría</b>		Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Toma de apuntes, formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de las respuestas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	35,5	59,5	95	
<b>Seminarios Actividades Prácticas</b>	CG1-TQ1, CG4-TQ1, CG5-TQ1 CE20-BI1, CE20-BI2, CE20-BI3, CE20-BI4, CE20-BI5	Aplicación de la teoría a la resolución de cuestiones. Propuesta de temas.	Elaboración del trabajo propuesto por el profesor. Formulación y contestación de cuestiones.	Valoración del trabajo, exposición y desarrollo	12	23	35	30%
<b>Tutorías</b>	CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de las cuestiones planteadas.	Valoración de la resolución de las cuestiones planteadas.	2	3	5	
<b>Exámenes</b>		Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización.		6	9	15	70%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación