



Guía Docente:

BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL: BIORREMEDIACIÓN Y BIOPROCESOS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2023-2024

**I.- IDENTIFICACIÓN**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Biotecnología Ambiental:
CARÁCTER:	Biorremediación y Bioprocesos
MATERIA:	Optativa
MÓDULO:	Campos de Aplicación de la
TITULACIÓN:	Ingeniería Química
	Ingeniería de Procesos y Productos
	Master en Ingeniería Química:
	Ingeniería de Procesos
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Segundo (primer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Ingeniería Química y de Materiales
	Bioquímica y Biología Molecular I

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Departamento de Ingeniería Química y de Materiales		
Teoría	Profesor:	MIGUEL LADERO GALÁN
Seminario	Despacho:	QA-B64 del Laboratorio de Procesos. Edificio A Químicas.
Tutoría	e-mail:	mladerog@ucm.es
Teoría	Profesor:	JUAN MANUEL BOLÍVAR BOLÍVAR
Seminario	Despacho:	QP-115 del Laboratorio de Procesos. Edificio Planta Piloto.
	e-mail:	juanmbol@ucm.es

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular		
Teoría	Profesor:	JAVIER ROCHA MARTÍN
Seminario	Despacho:	Laboratorio 3. Primera Planta Edificio B Ciencias Biológicas
Tutoría	e-mail:	javrocha@ucm.es

II.- OBJETIVOS**■ OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de la asignatura es dotar al estudiante de conocimientos básicos y aplicados de la biotecnología dentro del campo medioambiental, así como de herramientas que le permitan resolver problemas de contaminación en diferentes medios mediante tecnologías de biorremediación, además de diseñar procesos novedosos de bajo impacto ambiental basados en la aplicación de microorganismos y enzimas a materias primas de origen biológico. Para ello se partirá de conceptos fundamentales de gestión medioambiental basados en la regla de las cuatro R, en el principio de prevención y en conceptos de sostenibilidad y tecnología verde.



■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender los conceptos subyacentes en el desarrollo de procesos industriales y medioambientales de tipo biotecnológico
- Diseñar conceptualmente procesos y productos y optimizar los ya desarrollados, dentro del campo de la ingeniería bioquímica.
- Tener capacidad de solucionar problemas poco familiares y definidos, considerando todas las soluciones técnicas, incluso las más innovadoras, y seleccionando la más adecuada.
- Ser capaz de elaborar informes técnico-científicos a partir de la información obtenida de fuentes bibliográficas.
- Identificar el origen de los residuos generados (líquidos, sólidos y gaseosos) y los problemas asociados a cada proceso, así como las técnicas disponibles para su prevención y/o corrección.

III.- CONOCIMIENTOS Y REQUISITOS PREVIOS

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Conocimientos básicos de química y bioquímica. Haber cursado alguna asignatura cuatrimestral de introducción a la química industrial y/o la ingeniería química

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Introducción a la Biotecnología: procesos y biotecnología ambiental. Fuentes de energía primaria y biotecnología. El ciclo del agua. Residuos y biorremediación. Prevención de la contaminación: gestión medioambiental. I+D en biotecnología. Casos prácticos de aplicación de biotecnología ambiental en proceso.

■ PROGRAMA:

Bloque I Biotecnología ambiental.

Tema 1: Introducción.

Biotecnología Ambiental: concepto. Grandes problemas ambientales.

Tema 2: Implicaciones de la biotecnología ambiental.

- Las fuentes de energía primaria. Problemas debidos a la producción de energía. El papel de la Biotecnología en la generación de energía.
- Gestión del agua. Acidificación de suelos y océanos. Binomio energía-agua. El papel de la Biotecnología.
- Tipos y cantidad de residuos. Producción de residuos y corrientes residuales. Programas privados y públicos.
- Modificación genética de organismos. Aplicaciones

**Bloque II Biorremediación.****Tema 3: Aspectos fundamentales.**

Ciclos biogeoquímicos. Compuestos xenobióticos. Tipos y cantidad. Métodos de tratamiento.

Tema 4: Casos en estudio.

- Recuperación de suelos contaminados. Métodos.
- Detección y Biorremediación de compuestos contaminantes mediante biosensores
- Biodesulfuración de suelos
- Tratamiento de residuos del petróleo. Accidentes.
- Eliminación de pesticidas y herbicidas (compuestos organofosforados)
- Biorremediación y biosensores de compuestos aromáticos
- Eliminación de dioxinas
 - Bio-remediación mediante microorganismos
 - Las plantas y su papel en bio-remediación

Bloque III Bioprocesos.**Tema 5: Aspectos básicos.**

Prevención de la contaminación: concepto y aplicaciones. Ingeniería verde y sostenibilidad. Tipos de bioprocesos en biotecnología ambiental: clásicos y avanzados. Biorrefinerías: producción de energía e intermedios de reacción (“platform chemicals”). Estudios tecnoeconómicos.

Tema 6: Casos en estudio.

- Producción de biodiesel: procesos, catalizadores, reactores.
- Producción de bioetanol de primera y segunda generación.
- Producción de biogás.
- Tecnología del CO₂: aspectos básicos y biotecnológicos.
- Eliminación de azufre de fracciones petrolíferas
- Valorización de residuos de la industria láctea: sueros, deslactosación, producción de prebióticos.
- Valorización de residuos agro-forestales.
- Valorización de glicerol como residuo de producción de biodiesel.
- Valorización de residuos industriales y domésticos (poliuretanos, polietilén-tereftalato)

Bloque IV I+D en Medio Ambiente y en Biotecnología.**Tema 7: I+D en Medio Ambiente y en Biotecnología.**

Programas nacionales y europeos. Programas mundiales.



V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG6** Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.
- **CG9** Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades.
- **CG11** Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE1** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.
- **CE2** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.
- **CE4** Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño
- **CE8** Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental.

■ TRANSVERSALES:

- **CT1** Desarrollar el trabajo de forma autónoma.
- **CT2** Trabajar en equipo fomentando el desarrollo de habilidades en las relaciones humanas.
- **CT3** Desarrollar sensibilidad y responsabilidad sobre temas energéticos, medioambientales y éticos.
- **CT4** Demostrar razonamiento crítico y autocrítico en busca de la calidad y rigor científicos
- **CT5** Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.



- **CT6** Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos multidisciplinares, los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con la Ingeniería Química
- **CT7** Gestionar información científica, bibliografía y bases de datos especializadas y otros recursos accesibles a través de Internet.
- **CT8** Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas en entornos nuevos o pocos conocidos dentro de contextos multidisciplinares.
- **CT9** Comunicar conceptos científicos utilizando los medios audiovisuales más habituales, desarrollando las habilidades de comunicación oral.
- **CT10** Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento y difusión de los resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica.
- **CT11** Desarrollar la capacidad de organización y planificación

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	30	45	3,0
Seminarios	15	22,5	1,5
Tutorías	6	9	0,6
Actividades prácticas	-	-	-
Exámenes	3	22,5	0,9
Total	54	96	6

VII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, tutorías programadas y trabajos dirigidos, actividades prácticas.

Las **clases teóricas** consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura, incluyendo el desarrollo avanzado de aspectos puntuales de la asignatura como, por ejemplo, los casos en estudio. En el desarrollo de las clases de teoría se utilizará material audiovisual para una óptima comprensión de cada tema. Los esquemas, tablas, figuras y cualquier otro tipo de material y/o información necesaria se pondrán a disposición de los alumnos en soporte papel o informático utilizando principalmente el espacio del Campus Virtual.



Los **seminarios** consistirán en el desarrollo completo y detallado de un conjunto de problemas seleccionados, cuyos enunciados se distribuirán con suficiente antelación para que el alumno los intente resolver por su cuenta. Además, se plantearán seminarios en los que especialistas de reconocido prestigio presenten **conferencias** relacionadas con los contenidos de la asignatura, muy orientadas a la aplicación de dichos contenidos en procesos industriales y comerciales de interés.

Las **tutorías programadas y trabajos dirigidos** se desarrollarán en grupos reducidos. Las tutorías serán el marco donde el profesor y los estudiantes comentarán sobre los trabajos planteados a los estudiantes y su desarrollo. Los trabajos dirigidos, realizados en pequeños grupos, se expondrán por los estudiantes en una o dos sesiones programadas a final de curso, además de entregarse por escrito.

Además de las **tutorías clásicas** (consultas) a las que el estudiante tiene derecho, se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse para la apertura y gestión de foros en el que se presente material complementario y se planteen discusiones y reflexiones sobre el contenido de la asignatura.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura.

■ BÁSICA:

- Castillo, F.; Roldán, M. D.; Blasco, R.; Caballero, F.J.; Castillo, F. Biotecnología Ambiental. (2005) Ed. Tebar-Flores, Madrid.
- Levin, M. Biotratamiento de Residuos Tóxicos y Peligrosos. Ed. McGraw-Hill. 1997. Nueva York.
- Evans, G.M., Frulong, J.C. Environmental Biotechnology. Theory and Applications. Ed. Wiley. 2003. Nueva York.
- Scragg, A. Biotecnología medioambiental. Ed. Acribia. 2001. Madrid.
- Clark, J., Deswarte, F. (ed). Introduction to Chemicals from Biomass. Wiley Series on Renewable Resources. Ed. Wiley. 2011. Nueva York.

■ COMPLEMENTARIA:

- Kamm, B., Gruber, P. R., Kamm, M. (ed) Biorefineries-Industrial Processes and Products: Status-quo and Future Directions. Ed. Wiley-VCH Verlag GmbH. 2010. Weinheim
- Vertès, A.A., Qureshi, N., Yukawa, H. (ed) Biomass to Biofuels: Strategies for Global Industries. Ed. Wiley. 2010. Nueva York.

Además de los textos básicos y complementarios, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.



IX.- EVALUACIÓN

Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas y a todas las actividades prácticas programadas en grupos reducidos. 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 porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

■ EXÁMENES ESCRITOS: 65%

Se realizará un examen final ordinario y otro extraordinario que consistirán en un conjunto de cuestiones de desarrollo o aplicación directa de los conocimientos explicados a lo largo de la asignatura y de problemas numéricos similares a los ya comentados previamente. A las convocatorias extraordinarias solo podrán presentarse aquellos alumnos que hayan participado y superado el resto de actividades de la asignatura, habiendo asistido a un mínimo del 70% de las actividades presenciales.

Con los exámenes escritos se valorarán las competencias generales CG6 y CG11, las competencias específicas CE1, CE2 y CE4, y las competencias transversales CT1, CT3, CT4, CT6, CT7, CT8 y CT11.

■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS): 30 %

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno y de las actividades dirigidas se hará teniendo en cuenta:

- La destreza del alumno en la organización, redacción y exposición del trabajo dirigido.
- Evaluación de las tutorías y actividades prácticas, de asistencia obligatoria, y a las cuales serán citados los alumnos periódicamente a lo largo del cuatrimestre.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG6 y CG9, de las competencias específicas CE1 y CE2 y de las todas competencias transversales.

■ ACTITUD Y PARTICIPACIÓN EN CLASE: 5%

La participación en clase a través de respuestas a cuestiones abiertas planteadas por los profesores será considerada también en la evaluación final.

La evaluación del estudiante en lo que se refiere a este apartado permitirá observar en qué grado se han satisfecho las competencias generales CG6 y CG9, de las competencias específicas CE4 y CE8 y de las todas competencias transversales, menos la CT1 y la CT7.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura 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
1. Introducción a la Biotecnología Ambiental (bloque I)	Teoría	1 (BQ)	1	1ª semana	1ª semana
	Seminario	-	-	-	-
2. Implicaciones de la Biotecnología Ambiental (bloque I)	Teoría	3 (BQ)	1	1ª semana	2ª semana
	Seminario	1 (BQ)	1	2ª semana	2ª semana
3. Biorremediación: aspectos fundamentales (bloque II)	Teoría	6 (BQ)	1	2ª semana	4ª semana
	Seminario	1 (BQ)	1	4ª semana	4ª semana
4. Biorremediación: casos en estudio (bloque II)	Teoría	5 (BQ)	1	5ª semana	6ª semana
	Seminario	1 (BQ)	1	6ª semana	6ª semana
5. Bioprosesos: aspectos fundamentales (bloque III)	Teoría	15 (IQ)	1	7ª semana	11ª semana
	Seminario	-	-	-	-
6. Bioprosesos: casos en estudio (bloque III)	Teoría	-	-	-	-
	Seminario	3(BQ) + 7 (IQ)	1	12ª semana	14ª semana
7. I+D en Biotecnología Ambiental (bloque IV)	Teoría	-	-	-	-
	Seminario	2(IQ)	1	14ª semana	15ª semana
TUTORÍAS					
Tutorías	Tutoría 1	1 (BQ)	3		
	Tutoría 2	1 (BQ)	3		
	Tutoría 3	1 (IQ)	3		
	Tutoría 4	1 (IQ)	3		



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG6 y CG11 CE1 y CE8 CT1, CT3, CT4, CT6 y CT7	Exposición de conceptos teóricos. Exposición de casos de actualidad.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	30	45	75	
Seminarios	CG6 y CG11 CE1, CE2 y CE8 CT1, CT2, CT3, CT4, CT6, CT8, CT10 y CT11	Planteamiento y resolución de ejercicios y problemas. Conferencias.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos.	15	22,5	37,5	10%
Tutorías programadas y trabajos dirigidos	CG6 y CG9 CE1, CE2, CE4 y CE8 CT1, CT2, CT3, CT4, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10 y CT11	Propuesta de trabajos y problemas cerrados y abiertos. Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno.	Lectura y discusión de artículos técnicos de actualidad Elaboración por escrito de problemas numéricos y de un trabajo en grupo.	Valoración de la participación activa y del trabajo realizado por el grupo.	6	9	15	15%
Exámenes	CG6 y CG11 CE1, CE2 y CE4 CT1, CT3, CT4, CT6, CT7, CT8 y CT11	Elaboración, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización del examen.	Calificación del examen.	3	22,5	25,5	70%

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