



# Guía Docente:

## BIOQUÍMICA AMBIENTAL

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2019-2020**



## I.- IDENTIFICACIÓN

<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b>	<b>Bioquímica Ambiental</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>6</b>
<b>CARÁCTER:</b>	<b>Optativa</b>
<b>MATERIA:</b>	<b>Aplicaciones Bioquímicas 2</b>
<b>MÓDULO:</b>	<b>Avanzado</b>
<b>TITULACIÓN:</b>	<b>Grado en Bioquímica</b>
<b>SEMESTRE/CUATRIMESTRE:</b>	<b>Primero (cuarto curso)</b>
<b>DEPARTAMENTO/S:</b>	<b>Bioquímica y Biología Molecular</b>

### PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesor:</b> JAVIER TURNAY ABAD <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular <b>Despacho:</b> L-13, 4ª planta, QA <b>e-mail:</b> <a href="mailto:turnay@ucm.es">turnay@ucm.es</a>
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesor:</b> JOSÉ IGNACIO RODRÍGUEZ CRESPO <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular <b>Despacho:</b> L-19 o despacho 6, 4ª planta, QA <b>e-mail:</b> <a href="mailto:jirodrig@ucm.es">jirodrig@ucm.es</a>

## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al estudiante una visión general de los ciclos biogeoquímicos y de los organismos principalmente implicados en ellos, de los mecanismos moleculares de toxicidad de los principales contaminantes medioambientales, así como de los procesos de biorremediación empleando microorganismos y plantas.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- o Conocer y clasificar los organismos implicados en los distintos ciclos biogeoquímicos en función de la fuente de energía, carbono y poder reductor empleadas.
- o Conocer las principales rutas biosintéticas y de obtención de energía de los organismos implicados en ciclos biogeoquímicos específicos.
- o Analizar los principales sistemas enzimáticos implicados en reacciones de detoxificación en animales y plantas.
- o Estudiar los mecanismos moleculares de acción específicos o de toxicidad de pesticidas y de otros contaminantes medioambientales, así como los mecanismos biológicos de defensa frente a los mismos.
- o Analizar los mecanismos biológicos/bioquímicos implicados en procesos de biorremediación de distintos tipos de contaminantes empleando plantas o microorganismos.



### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

#### ■ RECOMENDACIONES:

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contaminantes atmosféricos, del agua y del suelo. Ciclos biogeoquímicos: oxígeno, carbono, metano, nitrógeno, azufre, fósforo y hierro. Organismos implicados, importancia medioambiental y aplicaciones. Biotransformación y reacciones de destoxificación en animales y plantas. Mecanismo molecular de actuación de pesticidas y su toxicidad en animales. Otros contaminantes orgánicos. Efectos tóxicos de contaminantes inorgánicos en la atmósfera, en aguas y en suelos. Acción de contaminantes sobre el DNA. Biorremediación de la contaminación ambiental por plantas y microorganismos.

#### ■ PROGRAMA:

##### A. INTRODUCCIÓN

1. Introducción a la Bioquímica Ambiental. Biosfera: flujo de materia y energía y principales organismos implicados en los ciclos biogeoquímicos. Atmósfera: composición química, reacciones y contaminantes. Hidrosfera: solubilidad de gases y contaminación. Litosfera: composición de suelos, nutrientes y fertilizantes, y contaminación.

##### B. CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

2. Ciclo del oxígeno. Producción y consumo de oxígeno por los seres vivos: fotosíntesis y respiración. Metabolismo energético aerobio. Fosforilación oxidativa y síntesis de ATP.
3. Ciclo del carbono. Relación con el ciclo del oxígeno. Fotosíntesis. Fotólisis del agua: producción de ATP y NADPH. Asimilación de dióxido de carbono: ciclo de Calvin. Fotorrespiración y adaptaciones fotosintéticas a temperaturas elevadas.
4. Ciclo del metano. Metanógenos: ruta bioenergética y ruta biosintética. Metanotrofos y metilotrofos: ruta bioenergética. Rutas biosintéticas: vías de la ribulosa-5-fosfato y de la serina.
5. Ciclo del nitrógeno. Fijación biológica del nitrógeno. Asimilación del amonio y síntesis de aminoácidos. Amonificación y nitrificación. Absorción y reducción asimilatoria de nitratos. Desnitrificación.
6. Ciclos del azufre y del hierro. Bacterias del azufre. Reducción desasimilatoria de sulfatos. Reducción bacteriana del hierro férrico. Oxidación bacteriana de sulfuros y del hierro: biolixiviación de metales.



### C. BIOTRANSFORMACIÓN Y MECANISMOS DE TOXICIDAD DE CONTAMINANTES EN ANIMALES Y EN PLANTAS

7. Metabolismo de xenobióticos. Esquema general. Reacciones de oxidación: citocromos P<sub>450</sub>. Reacciones de reducción e hidrólisis.
8. Reacciones de fase II. Glucuronilación y otras reacciones de fase II en animales. Reacciones de fase II en plantas.
9. Toxicidad de contaminantes orgánicos. Plaguicidas como principales contaminantes de suelos: persistencia. Herbicidas: mecanismos de acción e inespecificidad. Efectos de los insecticidas sobre la neurotransmisión.
10. Mecanismos de acción de dioxinas, dibenzofuranos polihalogenados y bifenilos polihalogenados. Toxicidad de otros contaminantes orgánicos.
11. Toxicidad de contaminantes inorgánicos. Elementos y compuestos metálicos. Acciones a nivel molecular de metales pesados y otros metales. Mecanismos biológicos de defensa.
12. Contaminantes inorgánicos gaseosos. Monóxido de carbono. Óxidos de azufre. Óxidos de nitrógeno y nitritos. Toxicidad del ozono y del “smog” fotoquímico. Generación de radicales libres y especies reactivas de oxígeno: toxicidad y mecanismos de eliminación y reparación.
13. Acción de contaminantes sobre el DNA. Tipos de mutaciones. Mutagénesis espontánea. Mutagénesis por agentes físicos: efecto de radiaciones ionizantes y de la radiación UV.
14. Mutagénesis por agentes químicos. Sistemas de reparación del DNA.

### D. BIORREMEDIACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

15. Biorremediación por plantas y hongos. Manipulación genética de plantas: aplicaciones ambientales. Fitorremediación de suelos contaminados.
16. Bioeliminación de contaminantes mediante el uso de microorganismos. Degradación de hidrocarburos del petróleo. Desulfuración del petróleo. Degradación de pesticidas. Tratamiento microbiológico de aguas contaminadas por metales.

## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENERALES:

- **CG9-MA1:** Capacidad para relacionar los desarrollos biotecnológicos y biomédicos con otras disciplinas.
- **CG13-MA3:** Analizar los riesgos biotecnológicos, reconociendo los problemas ecológicos-ambientales en el desarrollo y aplicación de las ciencias moleculares de la vida y la biotecnología.
- **CG14-MA4:** Demostrar conocimiento de los mecanismos de comunicación social de los desarrollos biomoleculares.



- **CG12-MA5:** Continuar sus estudios en áreas especializadas de las Biociencias Moleculares.

■ **ESPECÍFICAS:**

- **CE9-ABII1:** Reconocer los ciclos biogeoquímicos y analizar los contaminantes atmosféricos, del agua y del suelo.
- **CE9-ABII2:** Explicar los efectos tóxicos, sistemas de biodetección y los mecanismos de detoxificación de los contaminantes.
- **CE41-ABII3:** Analizar los procesos de biodeterioro y biorremediación.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT5-MA1:** Capacidad para relacionar los desarrollos biotecnológicos y biomédicos con otras disciplinas dentro de los marcos legales.
- **CT5-MA2:** Capacidad para integrar los procesos fisiológicos desde una perspectiva molecular.
- **CT4-MA3:** Trabajar en equipo, cooperando con otros estudiantes.
- **CT2-MA4:** Razonar de modo crítico.
- **CT14-MA5:** Desarrollar una motivación por la calidad.
- **CT9-MA6:** Ser capaz de dar una charla breve a un auditorio no especializado acerca de un tema de Biomedicina y/o Biotecnología con posible impacto actual en la sociedad.
- **CT12-MA7:** Reconocer los problemas ecológicos-ambientales en el desarrollo y aplicación de las ciencias moleculares de la vida.

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

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	40	60	4,0
Seminarios	5	15	0,8
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	8	0,4
Laboratorios	-	-	-
Preparación de trabajos y exámenes	5	15	0,8
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>98</b>	<b>6</b>



## VII.- METODOLOGÍA

Las actividades formativas para adquirir las competencias en “Bioquímica Ambiental” están centradas en un conjunto de **clases teóricas**, donde se exponen de forma clara los objetivos de los distintos temas a tratar durante el curso, así como se desarrollan los contenidos fundamentales. En dichas clases se pone a disposición de los alumnos abundante material gráfico, esquemas y vídeos que permiten una mejor comprensión de los aspectos desarrollados. Todo este material adicional se pone a disposición de los alumnos como fotocopias o bien en soporte informático a través del “**Campus Virtual**”.

De forma complementaria a las clases teóricas, se fomentará la participación de los alumnos en **seminarios especializados** en distintos temas de actualidad relacionados con el temario de la asignatura que podrán ser impartidos bien por especialistas en el tema o bien por los propios alumnos como resultado de la realización de trabajos de revisión bibliográfica. Éstos últimos estarán ayudados por **tutorías dirigidas** en las cuales se orientará a los alumnos en las técnicas más importantes de búsqueda de información científica bien a través de búsquedas bibliográficas de revisiones o trabajos especializados, bien a través de consultas a través de Internet de distintas páginas web de grupos implicados en investigaciones sobre los temas escogidos. Los trabajos desarrollados por los alumnos se expondrán en público, lo que redundará en su beneficio, ya que permite el afianzamiento de los conocimientos adquiridos y les facilitará en un futuro la exposición de sus trabajos de investigación.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto. No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura ya que se trata de una asignatura multidisciplinar y algunos de los temas están basados en artículos recientes publicados en revistas científicas. En caso necesario, además de estos textos, se indicará a los alumnos la bibliografía específica para cada tema. A continuación se relacionan textos recomendados de carácter general.

- Tymoczko, Berg y Stryer. “*Bioquímica. Curso básico*”, 2ª edición. Ed. Reverté (2014)
- Stryer, Berg y Tymoczko. “*Bioquímica con aplicaciones clínicas*”, 7ª edición. Ed. Reverté (2013)
- Müller-Esterl. “*Bioquímica. Fundamentos para medicina y ciencias de la vida*”, 1ª edición. Ed. Reverté (2008)
- Lodish. “*Biología celular y molecular*”, 7ª edición. Ed. Médica Panamericana (2015)
- Madigan, Martinko, Bender, Buckley y Stahl. “*Brock. Biología de los microorganismos*”, 14ª edición. Ed. Pearson (2015)
- Madigan, Bender, Buckley, Sattley, Stahl. “*Brock. Biology of Microorganisms*”, 15th edition. Ed. Pearson (2017) (inglés)

**■ COMPLEMENTARIA:**

- Thieman y Palladino. *“Introducción a la biotecnología”*, 1ª edición. Ed. Pearson Educación (2010).
- Renneberg. *“Biotecnología para principiantes”*, 1ª edición. Ed. Reverté (2008).
- Manahan. *“Introducción a la química ambiental”*, 1ª edición. Ed. Reverté (2007)

**IX.- EVALUACIÓN**

Para poder superar la asignatura será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% del total de sesiones en que se reparten 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. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Será necesario alcanzar 5 puntos entre todas las actividades para aprobar la asignatura. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

**■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS: 20%**

Se considerarán en este apartado los trabajos de revisión bibliográfica sobre diferentes aspectos relacionados con los contenidos de la asignatura, así como su exposición.

**■ EXAMEN FINAL: 80%**

Convocatoria ordinaria: El examen final tendrá lugar al finalizar el primer cuatrimestre, en la fecha, hora y lugar previamente fijado por las autoridades académicas del centro. La calificación de este examen supondrá un 80% de la calificación final, siendo necesaria, a efectos de ponderación con las otras calificaciones, que el alumno obtenga al menos una calificación de 4 puntos (sobre 10).

Convocatoria extraordinaria: a aquellos alumnos que no alcancen el mínimo de cuatro puntos exigido en el examen final, o que la media ponderada de todos los elementos de evaluación no alcance la calificación de 5 puntos, se les realizará otro examen en la convocatoria extraordinaria. Para la calificación final de esta convocatoria se mantendrán los mismos criterios de calificación mínima y media ponderada que para la convocatoria ordinaria.

**■ PARTICIPACION ACTIVA:**

Se considerará la participación del alumno en las clases presenciales de teoría, seminarios y tutoría.

Siempre se respetará un plazo mínimo de siete días entre la publicación de cualquier calificación, si fuera el caso, y la fecha del examen final de la asignatura.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>1. Introducción a la Bioquímica Ambiental.</b>	Clases Teoría	5	1	1ª semana	2ª semana
	Seminario	1	1		
<b>2. Ciclos biogeoquímicos.</b>	Clases Teoría	11	1	3ª semana	7ª semana
	Seminario	2	1		
<b>3. Biotransformación y mecanismos de toxicidad de contaminantes en animales y plantas.</b>	Clases Teoría	19	1	7ª semana	13ª semana
	Seminario	1	1		
<b>4. Biorremediación de la contaminación.</b>	Clases Teoría	5	1	14ª semana	15ª semana
	Seminario	1	1		
	Tutoría programada*	2	2	Por determinar	

\* Las semanas de las tutorías programadas dependen de la planificación del resto de asignaturas del curso.





RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG9-MA1 CG12-MA3 CG13-MA4 CG14-MA5  CE9-ABII1 CE9-ABII2 CE41-ABII3  CT2-MA1 CT4-MA2 CT5-MA3 CT5-MA4 CT9-MA5 CT12-MA6 CT14-MA7	Exposición de aspectos teóricos de la asignatura	Toma de apuntes. Formulación de preguntas y dudas.	Valoración de la participación y de las respuestas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos o prácticos explicados.	40	60	100	20%
Seminarios		Exposición de trabajos teórico-prácticos relacionados con el temario de la asignatura.	Exposición de trabajos teórico-prácticos relacionados con el temario de la asignatura. Formulación de preguntas y dudas		5	15	20	
Tutorías/Trabajo personal		Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Elaboración y propuesta de trabajos. Valoración crítica de los mismos.	Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia. Planteamiento de cuestiones y respuesta a las propuestas por el profesor.		2	8	10	
Exámenes/Controles		Propuesta, vigilancia y corrección de los controles. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes y/o controles.	Calificación de los exámenes realizados.	5	15	20	80%

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