



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

## 1. ASIGNATURA / COURSE

### 1.1. Nombre / Course Title

Microbiología Ambiental / Environmental Microbiology

### 1.2. Código / Course Code

16489

### 1.3. Tipo / Type of course

Obligatoria / Compulsory

### 1.4. Nivel / Level of course

Grado / Degree

### 1.5. Curso / Year of course

2º

### 1.6. Semestre / Semester

1º

### 1.7. Número de créditos / Number of Credits Allocated

6

### 1.8. Requisitos Previos / Prerequisites

Conocimientos de Química y Biología / Previous courses of Chemistry and Biology

### 1.9. ¿Es obligatoria la asistencia? / Is attendance to class mandatory?

No / No



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

## 1.10. Datos del profesor/a / profesores / Faculty Data

Coordinador: José L. Sanz  
Dpto. Biología Molecular  
Facultad: Ciencias (Edificio de Biología)  
Tlf: 91497.4303  
e-mail: joseluis.sanz@uam.es  
Horario de Tutorías Generales: abierto

El resto del profesorado implicado en la asignatura puede consultarse en la página web del título:

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671469513/listadoCombo/Profesorado.htm>

## 1.11. Objetivos del curso / Objective of the course

El objetivo del curso es dotar a los estudiantes de C.C. Ambientales de una serie de conocimientos básicos de Microbiología (técnicas básicas en Microbiología, estructura y bioenergética bacteriana, sistemática de microorganismos de interés medioambiental) con un enfoque lo más medioambiental posible. Al final del curso se espera que los estudiantes sean capaces de utilizar los conceptos aprendidos a la resolución de problemas medioambientales.

**Objective:** give the students an overview on microorganisms of environmental interest. At the end of the course, the students will gain skills enabling them to deal with environmental problems.

### COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Las competencias genéricas que trabaja la asignatura son:

#### INSTRUMENTALES

- A-1 Capacidad de análisis y síntesis
- A-2 Capacidad de organización y planificación
- A-3 Comunicación oral y escrita
- A-4 Conocimiento de una lengua extranjera
- A-5 Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- A-6 Capacidad de gestión de la información
- A-7 Resolución de problemas



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

## A-8 Toma de decisiones

### PERSONALES

A-9 Trabajo en equipo

14 Razonamiento crítico

A-15 Compromiso ético

Las **competencias específicas** que trabaja la asignatura son:

### DISCIPLINARES Y ACADÉMICAS

B-1 Conocimientos generales

B-6 Capacidad de interpretación cuantitativa de

B-13 Manejo de programas estadísticos

Los **resultados de aprendizaje** esperados son los siguientes:

- Conocer las técnicas básicas para el estudio y control de los microorganismos
- Conocer la estructura celular de los procariotas y los principales mecanismos de regulación y transferencia genética
- Distinguir los principales tipos metabólicos y los grupos evolutivos más relevantes
- Conocer la función biológica de los microorganismos en los procesos geoquímicos y biológicos, y su importancia en procesos industriales.

Alcanzados estos conocimientos, el alumno deberá ser capaz de:

- aplicarlos a un problema medioambiental y resolverlo en términos biotecnológicos.
- entender un artículo científico y elaborar un pequeño informe sobre un aspecto concreto relacionado con la materia del curso.

## 1.12. Contenidos del Programa / **Course Contents**

### Contenidos teóricos

#### 1. Métodos en Microbiología I. Aislamiento y cultivo de microorganismos.

Principios de nutrición microbiana. Medios de cultivo. Requerimientos nutricionales. Factores físico-químicos. Esterilización. Agentes antimicrobianos físicos: calor, radiaciones, filtración. Agentes antimicrobianos químicos. Técnicas de enriquecimiento y aislamiento: medios sólidos, medios líquidos y medios selectivos. Cuantificación de microorganismos. Recuento de viables y de totales.



## 2. Métodos en Microbiología II. Técnicas microscópicas.

El microscopio óptico de campo claro: características. Observación de los microorganismos "in vivo". Tinción simple y tinciones diferenciales. Otras microscopías ópticas. Microscopía laser confocal. Microscopías electrónicas: de transmisión y barrido. Tamaño, forma y agrupaciones bacterianas.

## 3. Organización y estructura de la célula procariota I. Envolturas celulares.

Diferencias entre la organización celular eucariota y la procariota. Microorganismos procariotas: bacterias y arqueas. Membrana citoplasmática: diferencias entre eucariotas, bacterias y arqueas. Funciones. Pared celular. Peptidoglicano: composición, estructura y función. Paredes de las bacterias Gram-negativas. Paredes de las bacterias Gram-positivas. Paredes de las arqueas. Cápsulas y capas mucosas. Biopelículas: estructura, formación y papel ambiental.

## 4. Organización y estructura de la célula procariota II. Apéndices externos y estructuras internas.

Apéndices filamentosos bacterianos. Fimbrias y pili. Flagelos. Mecanismo del movimiento flagelar. Quimiotaxis y tactismos. Estructuras membranosas internas. Reservas de carbono y energía. Gránulos de polifosfato. Gránulos de azufre. Vacuolas. Ribosomas. Endosporas: estructura y propiedades.

## 5. Genética bacteriana.

El genoma bacteriano. Cromosoma y plásmidos. Papel de los plásmidos catabólicos en la degradación de compuestos xenobióticos. Transmisión de información genética: conjugación y transformación. Organización genética en bacterias. Regulación de la transcripción.

## 6. Cinética y crecimiento bacteriano.

El crecimiento bacteriano como consecuencia del consumo de sustratos. Cinética de Monod: efecto de la concentración de sustrato. Concepto e importancia de la  $\mu_{\max}$  y  $K_s$ . Ecuaciones con respecto al número o masa celular. La curva de crecimiento: fases. Diauxia. Rendimiento.

## 7. Energética microbiana I. Mecanismos de obtención de energía. Organismos heterótrofos.

El metabolismo energético considerado como un sistema redox. Categorías metabólicas. Mecanismos para obtención de energía: fosforilación a nivel de sustrato y cadena transportadora de electrones. Transporte primario y acoplamiento quimiosmótico. Reacciones de mantenimiento de los heterótrofos: glucólisis, ciclo de los ácidos tricarboxílicos y fosforilación oxidativa. Respiración aerobia y anaerobia:  $O_2$ ,  $NO_3^-$  y  $SO_4^{2-}$  como aceptores finales de electrones. Metabolismo fermentativo. Tipos de fermentaciones.

## 8. Energética microbiana II. Autótrofos.



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

Oxidación de compuestos inorgánicos: quimiolitotrofías. Obtención de energía. Obtención del poder reductor: transporte inverso de electrones. Bacterias nitrificantes, oxidadoras de azufre, hierro e hidrógeno. Arqueas quimiolitótroficas: metanogénesis. Fotótrofos. Estructura del sistema fotoquímico. Fotosíntesis anoxigénica y oxigénica. Fotofosforilación cíclica y acíclica. Fijación del CO<sub>2</sub>. Fijación del N<sub>2</sub>.

#### 9. Clasificación y filogenia de las bacterias.

Concepto de especie en Microbiología. Tipos y criterios de clasificación bacteriana. Situación actual de la sistemática bacteriana: principales divisiones de las bacterias y arqueas. El Manual de Bergey de Bacteriología Sistemática.

#### 10. Bacterias fotosintéticas.

Propiedades comunes y diferenciales de las bacterias fotosintéticas: diversidad filogenética. Sistema fotoquímico. Las cianobacterias. Bacterias rojas del azufre. Bacterias rojas no del azufre. Las bacterias verdes: del azufre y no del azufre. Consideraciones ecológicas sobre las bacterias fotosintéticas. Eutrofización.

#### 11. Bacterias quimiolitótroficas.

Diversidad fenotípica y filogenética. Bacterias nitrificantes. Bacterias oxidadoras del azufre. Bacterias del hierro. Biominería.

#### 12. Bacterias Gram-negativas aerobias I. *Seudomonas* y bacterias relacionadas.

Propiedades generales. Diversidad filogenética de la antigua familia *Pseudomonadaceae*. Géneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Comamonas*, *Zooglea* y *Sphaerotilus*. Importancia en la degradación de compuestos xenobióticos y en la depuración de aguas residuales.

#### 13. Bacterias Gram-negativas aerobias II. Otros grupos de interés ambiental.

Fijación simbiótica del N<sub>2</sub>: familia *Rhizobiaceae*. Fijadores de la familia *Pseudomonadaceae*: *Azotobacter* y *Azomonas*. Ciclo del N: eliminación de nitrógeno mediante procesos de nitrificación-desnitrificación. *Phylum Planctomycetes*: singularidades celulares. *Brocadia anammoxidans* y el proceso

ANAMMOX. Género *Acinetobacter* y su papel en la eliminación de biológica P (EBPR). Género *Legionella*.

#### 14. Bacterias Gram-negativas anaerobias facultativas.

Filogenia y propiedades generales de enterobacterias y vibrios: forma y movilidad, fermentación, hábitat y patogenicidad. Familia *Enterobacteriaceae*: géneros *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Yersinia*. Familia *Vibrionaceae*: géneros *Vibrio* y *Photobacterium*. Las bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal.



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

### 15. Bacterias Gram-negativas anaerobias.

Bacterias fermentadoras: metabolismo y diversidad filogenética. Géneros *Bacteroides* y *Fusobacterium*. Bacterias homoacetógenas o sintrofobacterias: género *Syntrophobacter*. Papel en la degradación anaerobia de la materia orgánica. Bacterias reductoras del sulfato y del azufre: Géneros *Desulfovibrio*, *Desulfobacter* y *Desulfuromonas*. Ciclo del S. Importancia ecológica. Interés biotecnológico: biocorrosión y tratamiento de aguas.

### 16. Bacterias Gram-positivas I. Firmicutes

Propiedades generales y filogenia. *Phylum Firmicutes*. Orden *Bacillales*: géneros *Bacillus* y *Staphylococcus*. Orden *Lactobacillales*: géneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* y *Enterococcus*. Orden *Clostridiales*: géneros *Clostridium*, *Syntrophomonas* y reductores de sulfato. Importancia ambiental, clínica e industrial de las bacterias productoras de endosporas. Importancia ambiental, clínica e industrial de las bacterias del ácido láctico.

### 17. Bacterias Gram-positivas II. Actinobacterias

*Phylum Actinobacteria*: características generales y complejidad taxonómica. El desarrollo miceliar. Actinobacterias y micrococos: géneros *Actinomyces* y *Arthrobacter*. Corinebacterias: género *Nocardia*. Género *Francia*. Género *Streptomyces*: interés industrial y medioambiental.

### 18. Arqueas.

Diversidad filogenética, de hábitats y metabólica. Comparación entre arqueas, bacterias y eucariotas. Metanobacterias: taxonomía, ecología y metabolismo. Etapas de la degradación anaerobia de la materia orgánica e importancia de la metanogénesis. Halobacterias. Arqueas termófilas dependientes del azufre.

1. Methos in Microbiology I. Culture of microorganisms
2. Methos in Microbiology II. Microscopy
3. Procaryotic cell structure I. Cell membrane and cell wall
4. Procaryotic cell structure II. Internal structures
5. Bacterial Genetic
6. Microbial growth
7. Microbial energetic I. Heterotrophic metabolims
8. Microbial energetic II. Autotrophic metabolims
9. Bacterial taxonmy
10. Photosynthetic bacteria
11. Chemolithotrophic bacteria
12. Aerobic Gram-negative bacteria I. Pseudomonas
13. Aerobic Gram-negative bacteria II. Others
14. Facultative Gram-negative bacteria
15. Anaerobic Gram-negative bacteria
16. Gram-positive bacteria I. Firmicutes



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

## 17. Gram-positive bacteria II. Actinobacteria

## 18. The archaea

### Contenidos prácticos

1. Preparación de medios de cultivo y otros materiales. Esterilización.
2. Siembra y aislamiento de microorganismos.
3. Observación de microorganismos.
4. Pruebas bioquímicas.
5. Ensayos bioquímicos estandarizados (API 20).
6. Antibiograma.
7. Detección de carcinógenos: Test de Ames
8. Análisis microbiológico de aguas contaminadas.
9. Aislamiento de formadores de esporas aerobios a partir de muestras de suelo.
10. Recuento de esporas de *Clostridium sp.*.

### 1.13. Referencias de Consulta Básicas / **Recommended Reading.**

- Brock Biología de los Microorganismos**, (14<sup>a</sup> ed., 2015). M.T. Madigan. Pearson Ed., Madrid.
- Microbiología [de] Prescott, Harley y Klein** (7<sup>a</sup> ed., 2009). Willey, J. M., Sherwood, L.M. y Woolverton, C.J. McGraw-Hill-Interamericana.
- Introducción a la Microbiología**, (9<sup>a</sup> ed., 2007). G.J. Tortora, B.R. Funke y C.L. Case. Ed. Panamericana, Buenos Aires.
- Microbiology. Concepts and applications**, (6<sup>th</sup> ed., 1993). M.J. Pelczar, Jr., E.C.S. Chan y N.R. Krieg. McGraw-Hill, New York.
- Principles of Microbiology** (2<sup>nd</sup> ed., 1997). R.M. Atlas. Wm. C. Brown.
- Microbiología**, (2<sup>a</sup> ed., 1989). R.Y. Stanier, J.L. Ingraham, M.L. Wheelis y P.R. Painter. Editorial Reverté, S.A., Barcelona.
- Introducción a la Microbiología**. (1998). J.L. Ingraham y C.A. Ingraham. Reverté, Barcelona.
- Ecología microbiana y Microbiología ambiental**, (4<sup>a</sup> ed., 2002). R.M. Atlas y R. Bartha. Addison Wesley.
- Biotecnología y Medioambiente**. (2<sup>a</sup> ed., 2014). I. Marín, J.L. Sanz y R. Amils. Editorial Ephemera.
- Manual of Environmental Microbiology**. (3 ed., 2007). Hurst, C. J., Crawford, R.L., Garland, J.L., Lipson, D.A., Mills, A.L., Stetzenbach, L.D.. ASM Press, Washington.



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

Más información en:

<http://biblos.uam.es/uhtbin/cgisirsi/uam123/FILOSOFIA/uam456/28/5347/X>

## 2. Métodos Docentes / Teaching methods

La asignatura incluye contenidos teóricos y prácticos. Los contenidos teóricos se reparten entre actividades presenciales y dirigidas. Los contenidos prácticos son presenciales y se imparten en laboratorio.

Actividades presenciales y dirigidas:

1. **Clases teóricas.** Se ajustarán a la denominada *lección magistral*. Para facilitar la atención de los alumnos a la explicación de los conceptos y disminuir el tiempo dedicado a tomar apuntes, los alumnos dispondrán con antelación a las clases de resúmenes de cada tema disponibles en Moodle.
2. **Clases prácticas.** Dedicadas a enseñar a los alumnos las técnicas propias de la Microbiología, las cuales, dada la naturaleza del objeto de estudio, resultan completamente nuevas para los estudiantes. Tratarán de complementar, en lo posible, los contenidos teóricos.
3. **Actividades complementarias:** miniseminarios preparados e impartidos por los alumnos sobre aspectos novedosos de la microbiología y biotecnología ambiental, etc.
4. **Prácticas de campo.** Se realizará una visita a la EDAR de la UAM.
5. **Tutorías.** Durante las tutorías, se atenderán las dudas de los alumnos, tanto las relacionadas con las clases teóricas como las surgidas durante la elaboración de los seminarios.

## 3. Tiempo estimado de Trabajo del Estudiante / Estimated workload for the student





Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

<i>Actividad</i>	<i>Tiempo estimado en horas (ECTS)</i>
Presenciales	
<i>Clases teóricas</i>	35 (1.4)
<i>Prácticas de laboratorio</i>	20 (0,8)
<i>Actividades complementarias</i>	7 (0.28)
<i>Prácticas de campo</i>	2 (0.08)
<i>Evaluación (examen)</i>	5 (0.2)
No presenciales	
<i>Elaboración seminario</i>	5 (0.2)
<i>Tutoría</i>	4 (0.16)
<i>Estudio (1,9 h/h c.t. +5,5 prep. prácticas)</i>	72 (2.88)
<b>TOTAL</b>	<b>150 h (6 ECTS)</b>

#### 4. Métodos de Evaluación y Porcentaje en la Calificación Final / **Assessment Methods and Percentage in the Final marks**

Los resultados del aprendizaje especificados en los Objetivos del curso (apartado 1.11) serán evaluados mediante los procedimientos descritos a continuación.

##### **Convocatoria ordinaria:**

- Contenidos teóricos:
  - Exámenes parciales (preguntas tipo test). Valoración: 25%
  - Examen final que incluirá:
    - un test con 20-30 preguntas que cubren todos los temas del programa.
    - una pregunta de redacción abierta (tema), a elegir entre dos  
y/ó
    - una serie de preguntas cortas de redacción abierta (2-4) a contestar en un espacio predeterminado (pudiendo incluir temas cortos, esquemas para comentar, tablas, preguntas que integran múltiples aspectos con espacios a rellenar, etc.)



Asignatura: MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL  
Código: 16489  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: Obligatoria  
Créditos: 6 ECTS

Valoración: 50%

- Clases prácticas de laboratorio, evaluadas por asistencia, actitud, resultados obtenidos y examen final. La asistencia a las prácticas y su aprobado es obligatorio para superar la asignatura. Valoración: 15%.
- Actividades complementarias. Mini-seminarios con carácter voluntario donde se valorará contenido y exposición. Valoración: 10%

### Convocatoria extraordinaria:

El examen de contenidos teóricos se realizará en la forma descrita para la convocatoria ordinaria. La nota obtenida supondrá el 85% de la calificación final. El 15% restante será la nota obtenida en prácticas.

Los estudiantes que habiendo realizado las prácticas de laboratorio no hayan superado su evaluación, deberán realizar, además, un examen teórico de las mismas. El aprobado en prácticas se mantendrá mientras el alumno sea evaluado en alguna convocatoria por curso académico. La ponderación de la nota de prácticas sólo se aplicará el curso académico en el que el alumno haya superado las prácticas.

## 5 Cronograma de Actividades (opcional) / Activities Chronogram (optional)

Semana	Clases teóricas	Seminarios + controles	Prácticas laboratorio		Exámenes (prácticas + teoría)
			G21	G22	
1	3				
2	3				
3	2,5	0,5			
4	2,5	0,5	20 (MA3213)	20 (MA3263)	
5	1,5	1,5	20 (MA3214)	20 (MA3264)	
6	2,5	0,5			
7	2,5	0,5	20 (MA3215)	20 (MA3265)	
8	2,5	0,5			
9	2,5	0,5			
10	1,5	1,5			
11	2,5	0,5			
12	2,5	0,5			
13	2,5	0,5			
14	2,5	0,5			
15	1,5	1,5			3