



Asignatura: Microbiología Ambiental
Código: 16489
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

1. ASIGNATURA / COURSE

Microbiología Ambiental / Microbiology

1.1. Código / Course Code

16489

1.2. Materia / Content area

Módulo: Bases científicas del medio natural
Materia: Medio natural

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. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.8. Requisitos Previos / Prerequisites

Se recomiendan conocimientos de Química y Biología / Previous courses of Chemistry and Biology

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia es obligatoria



Asignatura: Microbiología Ambiental
Código: 16489
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ciencias Ambientales
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

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

Coordinador:

Docente G-321: José L. Sanz
Dpto. Biología Molecular
Facultad: Ciencias
Despacho: Biológicas, sótano C-21
Tlf: 91497.4303
e-mail: joseluis.sanz@uam.es
web site: <http://www.cbm.uam.es/jlsanz/docencia>
Horario de Tutorías Generales: abierto

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.

Los resultados esperados del aprendizaje derivan de las competencias que se espera adquiera el alumno, por lo que éste deberá conocer con suficiente profundidad:

- las técnicas propias de la Microbiología necesarias para preparar y esterilizar medios de cultivo, aislar y cultivar microorganismos trabajando en condiciones de asepsia, contarlos y observarlos bajo el microscopio, de forma que le permitan trabajar con bacterias en el laboratorio;
- los fundamentos de las diferentes microscopías ópticas y electrónicas;
- las características estructurales de la célula procariota;
- la composición química y función de los diferentes componentes de la célula procariota;

- la organización del genoma bacteriano, las formas de intercambiar material genético y la regulación de la transcripción;
- los principios y mecanismos que permiten a la célula obtener energía;
- la diversidad metabólica de las bacterias y sus diferentes sistemas de obtención de energía y poder reductor;
- las cinéticas de crecimiento de los microorganismos como función de la concentración de sustrato y la evolución de su número o masa con el tiempo;
- el concepto de especie bacteriana, los tipos de clasificaciones y diferentes parámetros empleados en su realización, y la organización jerárquica filogenética del Manual de Bergey;
- los principales microorganismos de interés medioambiental, siendo capaz de describir su posición taxonómica, metabolismo, ecología y papel en procesos relacionados con la biotecnología ambiental.

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.

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.

All the information is available at the web-site:

<http://www.cbm.uam.es/jlsanz/docencia>

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 y sus aplicaciones. Microscopías electrónicas: de transmisión y barrido. Microscopía laser confocal. 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 químicas y estructurales entre eucariotas, bacterias y arqueas. Funciones. Permeabilidad y transporte. 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 y en sistemas de depuración.

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

Apéndices filamentosos bacterianos. Fimbrias y pili. Flagelos: tipos y estructura. Mecanismo del movimiento flagelar. Quimiotaxis y tactismos. Estructuras membranosas internas: tipos y funciones. Inclusiones y materiales de reserva. Reservas de carbono y energía. Gránulos de polifosfato. Gránulos de azufre. Interés en biotecnología ambiental de los elementos de reserva. Ribosomas. Endosporas: estructura y propiedades.

5. Genética bacteriana.

El genoma bacteriano. Elementos genéticos extracromosómicos: plásmidos, episomas y transposones. Transmisión de información genética: conjugación y transformación. Organización genética en bacterias. Regulación de la transcripción: control negativo, control positivo y control global. Papel de los plásmidos catabólicos en la degradación de compuestos xenobióticos.

6. Cinética y crecimiento bacteriano.

El crecimiento bacteriano como consecuencia del consumo de substratos. Cinética de Monod: efecto de la concentración de substrato. Concepto e importancia de la μ_{\max} y K_s . Ecuaciones con respecto al número o masa celular. La curva de crecimiento: fases. Diauxia. Cultivos continuos: quimiostato y reactores. Rendimiento. Energía de mantenimiento.

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

El metabolismo energético considerado como un sistema redox. Fuentes de carbono y energía: categorías metabólicas. Mecanismos para obtención de energía: fosforilación a nivel de substrato y cadena transportadora de electrones. Transporte primario y acoplamiento quimiosmótico. Reacciones de mantenimiento de los heterótrofos. Rutas glucolíticas. Metabolismo respiratorio:

ciclo de los ácidos tricarbónicos 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.

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 quimiolitótrofas: metanogénesis. Fotótrofos. Estructura del sistema fotoquímico. Fotosíntesis anoxigénica y oxigénica. Fotofosforilación cíclica y acíclica. Fijación del CO_2 . Fijación del N_2 .

9. Clasificación y filogenia de las bacterias.

Concepto de especie en Microbiología. Tipos y criterios de clasificación bacteriana. Taxonomía numérica: propiedades utilizadas. Filogenia bacteriana: métodos de estudio. Situación actual de la sistemática bacteriana: principales divisiones de las bacterias y arqueas. El Manual de Bergey de Bacteriología Sistemática. Colecciones de cultivos.

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 quimiolitótrofas.

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.

Familia *Rhizobiaceae* y otros fijadores simbióticos del N. 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 P mediante EBPR (*enhanced biological phosphorus removal*). 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.

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 micelial. 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. [Methods in Microbiology I. Culture of microorganisms](#)
2. [Methods in Microbiology II. Microscopy](#)
3. [Prokaryotic cell structure I. Cell membrane and cell wall](#)
4. [Prokaryotic cell structure II. Internal structures](#)
5. [Bacterial Genetic](#)
6. [Microbial growth](#)
7. [Microbial energetic I. Heterotrophic metabolisms](#)
8. [Microbial energetic II. Autotrophic metabolisms](#)
9. [Bacterial taxonomy](#)



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
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 Microbiología de los Microorganismos**, (12^a ed., 2009). M.T. Madigan, J.M. Martinko P.V. Dunlap y D.P. Clark. Pearson/Addison Wesley, Madrid.
- Microbiología [de] Prescott, Harley y Klein** (7^a ed., 2009). Willey, J. M., Sherwood, L.M. y Woolverton, C.J. McGraw-Hill-Interamericana.
- Introducción a la Microbiología**, (9^a ed., 2007). G.J. Tortora, B.R. Funke y C.L. Case. Ed. Panamericana, Buenos Aires.
- Microbiology. Concepts and applications**, (6th ed., 1993). M.J. Pelczar, Jr., E.C.S. Chan y N.R. Krieg. McGraw-Hill, New York.
- Principles of Microbiology** (2nd ed., 1997). R.M. Atlas. Wm. C. Brown.
- Microbiología**, (2^a 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**, (4ª ed., 2002). R.M. Atlas y R. Bartha. Addison Wesley.
- Biotecnología y Medioambiente**. (2005). 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.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

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 la página web del profesor (<http://www.cbm.uam.es/jlsanz>).
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, sesiones de ejercicios, etc. El límite máximo para comunicar la intención de realizarlo será fijado en clase por el profesor.
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 de trabajo del estudiante / Student workload

| <i>Actividad</i> | <i>Tiempo estimado en horas (ECTS)</i> |
|--|--|
| Presenciales | |
| <i>Clases teóricas</i> | 34 (1.36) |
| <i>Prácticas de laboratorio</i> | 20 (0,8) |
| <i>Seminarios</i> | 6 (0.24) |
| <i>Prácticas de campo</i> | 2 (0.08) |
| <i>Evaluación (exámenes)</i> | 5 (0.2) |
| No presenciales | |
| <i>Elaboración seminario</i> | 5 (0.2) |
| <i>Tutoría</i> | 5 (0.2) |
| <i>Estudio (2 h/h c.t. +5 prep. prácticas)</i> | 73 (2.92) |
| TOTAL | 150 h (6 ECTS) |

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

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
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.)
 Valoración: 50%
- Clases prácticas de laboratorio, evaluadas por asistencia, 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 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 no hayan aprobado las prácticas de laboratorio deberán realizar, además, un examen teórico de las mismas.

Los alumnos que tengan las prácticas aprobadas en un curso no están obligados a realizarlas de nuevo. En estos casos, la calificación final se obtendrá al 100% a partir de las calificaciones de los exámenes, pruebas parciales y actividades complementarias realizadas en el curso corriente.

El estudiante que no haya realizado las prácticas, o que teniéndolas aprobadas del curso anterior, realice una única actividad (un parcial o el seminario) será calificado en la convocatoria ordinaria como “No evaluado”. En el resto de los casos, el estudiante será calificado conforme a los criterios expuestos en el apartado anterior.

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

| Semana | Clases teóricas | Seminarios + controles | Prácticas laboratorio | | Exámenes (prácticas + teoría) |
|--------|-----------------|------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------|
| | | | G321 | G326 | |
| 1 | 3 | | | | |
| 2 | 3 | | | | |
| 3 | 3 | | | | |
| 4 | 3 | 1 | 20 (MA3213) | 20 (MA3263) | |
| 5 | 3 | | | | |
| 6 | 2 | | 20 (MA3214) | 20 (MA3264) | |
| 7 | 2 | 1 | 20 (MA3215) | 20 (MA3265) | |
| 8 | 3 | 1 | | | |
| 9 | 3 | | | | |
| 10 | 2 | 1 | | | |
| 11 | 2 | 1 | | | |
| 12 | 2 | 1 | | | |
| 13 | 2 | 1 | | | |
| 14 | 2 | 1 | | | |
| | | | | | 3 |