

CURSO ACADÉMICO 2008 – 2009

TITULACIÓN: BIOLOGÍA

MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL

CÓDIGO: 200810433

Departamento de adscripción: Microbiología y Biología Celular  
 Área de conocimiento: Microbiología

Ciclo: 2º Curso: 4º Tipo: Optativa Créditos: 6 (4,5T + 1,5P) Carácter: Cuatrimestral  
 Periodo lectivo en que se imparte: Primer cuatrimestre  
 Dirección web de la asignatura:

| HORARIO DE CLASES TEÓRICAS  |                    |      |  |         |      |
|---|--------------------|------|--|---------|------|
| <a href="http://webpages.ull.es/users/vicebiol/">http://webpages.ull.es/users/vicebiol/</a>                     |                    |      |  |         |      |
| PRIMER CUATRIMESTRE   |                    |      |  |         |      |
| GRUPO CT01  |                    |      | GRUPO CT02   |         |      |
| Día   | Horario            | Aula | Día  | Horario | Aula |
| Martes  | de 16:30 a 17:30 h | C    |  |         |      |
| Miércoles   | de 16:30 a 17:30 h | C    |  |         |      |
| Jueves  | de 16:30 a 17:30 h | C    |  |         |      |
| HORARIO DE CLASES PRÁCTICAS*:   |                    |      | LUGAR DE REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS:   |         |      |
| Fecha prevista de inicio: noviembre   |                    |      | <input checked="" type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Campo/mar |         |      |
| Turno: mañana   |                    |      | <input type="checkbox"/> Aula <input type="checkbox"/> Aula de informática         |         |      |
| Horario: de 09:00 a 12:00 h   |                    |      |  |         |      |
| * para más detalles <a href="http://webpages.ull.es/users/vicebiol/">http://webpages.ull.es/users/vicebiol/</a> |                    |      |  |         |      |

**PROFESORADO:**

**Teoría:**

Fernando Perestelo Rodríguez

Grupo: CT01

**Prácticas:**

Fernando Perestelo Rodríguez  
 Ricardo Pérez Galdona  
 Ana Rodríguez Pérez

**COORDINADOR/ES DE LA ASIGNATURA:**

Fernando Perestelo Rodríguez

Teoría y Practicas

**LUGAR Y HORARIO DE TUTORIAS:**

**Fernando Perestelo Rodríguez**

Atenderá a los alumnos en: UDI de Microbiología, ubicado en la Facultad de Farmacia, Planta 3ª.

Lunes de 09:00 a 12:00

Viernes de 09:00 a 12:00

Teléfono (opcional): 922318511 Correo electrónico (opcional): fpereste@ull.es

**OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:**

Estudiar las actividades más importantes en las que participan los microorganismos en sus hábitats naturales y/o artificiales, así como sus interacciones con otros microorganismos u organismos superiores. Asimismo, se tratarán aspectos relacionados con la presencia de microorganismos patógenos en ambientes naturales y/o artificiales (agua, aire, suelos, sistemas elaborados), y aquellos aspectos aplicados de especial relevancia relacionados con el medioambiente, agricultura, tratamiento de aguas, recuperación de recursos, etc.

**METODOLOGÍA DOCENTE:**

- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Clase magistral.          | <input type="checkbox"/> Salidas al mar.                 |
| <input type="checkbox"/> Seminarios.                          | <input type="checkbox"/> Visitas.                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas de laboratorio. | <input type="checkbox"/> Trabajo, individual o en grupo. |
| <input type="checkbox"/> Prácticas en aula.                   | <input type="checkbox"/> Exposición oral.                |
| <input type="checkbox"/> Aula de informática                  | <input type="checkbox"/> Docencia Virtual.               |
| <input type="checkbox"/> Prácticas de campo.                  | <input type="checkbox"/> Otras.                          |

**PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS:****INTRODUCCIÓN**

Lección 1.- LA MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS. Introducción. Objeto de la Microbiología Ambiental: relación con otras disciplinas. Breve revisión histórica. Diversidad procariótica: forma, ecofisiología y hábitats.

**HABITATS MICROBIANOS**

Lección 2.- DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES MICROBIANAS. Selección de poblaciones dentro de las comunidades: estrategias r y K. Sucesión en las comunidades microbianas. Estructura de las comunidades microbianas. Diversidad y estabilidad de las comunidades microbianas. Comunidades microbianas en la naturaleza.

Lección 3.- LOS AMBIENTES NATURALES DE LOS MICROORGANISMOS: AIRE, AGUA Y SUELO. Características y estratificación de la atmósfera. La atmósfera como hábitat microbiano (Atmo-ecosfera). Destino y transporte de microorganismos por el aire. Bioaerosoles: características generales. Presencia en ambientes abiertos y cerrados. Importancia sanitaria de los bioaerosoles.

Lección 4.- EL AGUA COMO HÁBITAT MICROBIANO (HIDRO-ECOSFERA). Hábitats de agua dulce: humedales, lagos y ríos. Composición y actividad de las comunidades microbianas de agua dulce: el Neuston. Hábitats marinos: estuarios, costas y océanos. Características generales. Composición y actividad de las comunidades microbianas marinas: el Pleuston.

Lección 5.- EL SUELO COMO HÁBITAT MICROBIANO (LITO-ECOSFERA). Características generales del suelo. El medio poroso: Fases sólida, líquida y gaseosa. Características y actividades de los microorganismos en medios porosos. Comunidades microbianas del suelo. El subsuelo como hábitat microbiano. Caracterización de los microorganismos y sus actividades en ambientes subterráneos.

Lección 6.- AMBIENTES EXTREMOS COMO HÁBITATS PARA LOS MICRO-ORGANISMOS. Limitaciones abióticas al crecimiento bacteriano. Estrategias de los microorganismos frente a la escasez de nutrientes, temperatura, radiación, presión hidrostática y osmótica, y el pH.

**INTERACCIONES ENTRE POBLACIONES**

Lección 7.- INTERACCIONES ENTRE POBLACIONES MICROBIANAS. Interacciones entre poblaciones microbianas sencillas: interacciones positivas e interacciones negativas. Interacciones entre poblaciones microbianas diversas: neutralismo, comensalismo, sinergismo, mutualismo, competición, amensalismo, parasitismo y depredación.

Lección 8.- INTERACCIONES ENTRE MICROORGANISMOS Y PLANTAS. Interacciones con las raíces de plantas. La rizosfera: efecto de la raíz sobre la microflora; efecto de la microflora sobre la planta. Micorrizas. La fijación simbiótica del nitrógeno: asociaciones rizobios-leguminosas. Simbiosis con plantas

no leguminosas. Interacciones con estructuras aéreas de las plantas. Enfermedades de las plantas producidas por virus, bacterias y hongos.

Lección 9.- INTERACCIONES ENTRE MICROORGANISMOS Y ANIMALES. Contribución microbiana a la nutrición animal: estrategias alternativas. Ecosistema microbiano del rumen. Asociaciones con microorganismos fotosintéticos y quimiolitotrofos. Interacciones entre microorganismos e insectos. Depredación de animales por hongos. Bioluminiscencia. Otras interacciones entre animales y microorganismos.

#### LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Lección 10.- ACTIVIDADES MICROBIANAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL: LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DE LOS ELEMENTOS. Consideraciones generales. El ciclo del carbono: aspectos generales. Degradación de la materia orgánica del suelo en hábitats aerobios y anaerobios. El monóxido de carbono y otros compuestos C1.

Lección 11.- ASPECTOS GENERALES A LOS CICLOS DEL HIDRÓGENO Y DEL OXÍGENO. EL CICLO DEL NITRÓGENO. Consideraciones generales. Etapas del ciclo del Nitrógeno: La fijación del nitrógeno atmosférico; Inmovilización (Asimilación) / Mineralización (Amonificación); Nitrificación; Reducción del nitrato (Asimilatoria y desasimilatoria: Desnitrificación). Aspectos de relevancia ambiental.

Lección 12.- OTROS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS. El ciclo del azufre. El ciclo del fósforo. El ciclo del hierro. Otros ciclos biogeoquímicos. Aspectos ambientales y microorganismos implicados en los diferentes ciclos.

Lección 13.- CONTRIBUCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS A LA CONTAMINACIÓN. Aspectos generales de la contaminación. Principales tipos de contaminantes: terrestres, aéreos y acuáticos. Contaminación del agua por microorganismos. Conversiones microbianas: el caso del Nitrógeno. Biometilación de metales en ambientes naturales. Bioacumulación de metales pesados y radionucleidos. Otros efectos producidos por los microorganismos sobre el medio ambiente: Biodeterioro, Biocorrosión.

#### ASPECTOS BIOTECNOLÓGICOS DE LA MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL

Lección 14.- LOS MICROORGANISMOS COMO INSTRUMENTOS EN PROCESOS DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL. Procesos biológicos en biotecnología ambiental. Innovaciones en biotecnología ambiental. Conceptos generales. La explotación de las actividades biogeoquímicas de los microorganismos: procesos MEOR y producción de biocombustibles y proteínas unicelulares (SCP).

Lección 15.- INTERACCIONES DE LOS MICROORGANISMOS CON COMPUESTOS XENOBIÓTICOS CONTAMINANTES. Consideraciones generales. Principales tipos de compuestos xenobióticos. Biodegradación de Pesticidas. Biodegradación de polímeros sintéticos. Biodegradación de hidrocarburos del petróleo. Otros xenobióticos de importancia ambiental.

Lección 16.- INTERACCIONES DE LOS MICROORGANISMOS CON COMPUESTOS INORGÁNICOS CONTAMINANTES. Consideraciones generales. Tipos de interacciones microorganismo-metal. Efectos tóxicos de los metales sobre los microorganismos y mecanismos de detoxificación. Mitigación de los efectos contaminantes por la microbiota natural de aguas costeras. Lixiviación microbiana: el drenaje ácido de minas. Importancia ambiental de las interacciones de los microorganismos con superficies: formación de biopelículas (biofilms) .

Lección 17.- BIORRECUPERACIÓN (BIOREMEDIATION). Consideraciones generales. Relación entre Biodegradación y biorrecuperación: Biorrecuperación in situ y ex situ, intrínseca y elaborada. Microrrecuperación. Métodos de biorrecuperación. Evaluación de un proceso de biorremediación: evaluación de campo. Biorrecuperación de ecosistemas: suelos y acuíferos contaminados; el subsuelo; contaminación del mar por el petróleo, contaminantes del aire. Ingeniería genética y biorrecuperación.

Lección 18.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS DOMÉSTICOS. Consideraciones generales. Tratamiento de residuos sólidos: "landfills" y "composting". Tratamiento de residuos líquidos: demandas bioquímica y química de oxígeno (DBO, DQO). Tratamiento de aguas residuales. Eutroficación. Microbiología del agua y salud pública. El tratamiento y cuidado de las aguas de abasto público: tests de calidad.

Lección 19.- CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS. El Biocontrol como alternativa a los pesticidas químicos. Agentes para el control microbiológico (Biopesticidas): virus,

bacterias, hongos y protozoos. Mecanismos para el biocontrol de fitopatógenos: modificación de las poblaciones del hospedador; modificación del reservorio del patógeno; modificación del vector de la población. Parasitismo, antibiosis y competición. Barreras biológicas para el desarrollo de pesticidas microbianos. Ingeniería genética y control biológico.

Lección 20.- VIROLOGÍA AMBIENTAL. Introducción. Métodos de detección viral. Virología ambiental y salud pública: antecedentes y perspectivas. Persistencia de virus en suelos, aguas corrientes y mares. Transporte a través del suelo y acuíferos.

## **PROGRAMA DE CONTENIDOS PRÁCTICOS:**

### **INTRODUCCIÓN**

Práctica 1.- Biodiversidad microbiana en la naturaleza. Observación de eubacterias, cianobacterias, actinomicetos, algas, parásitos, levaduras y hongos filamentosos.

### **HÁBITATS MICROBIANOS**

Práctica 2.- Elaboración y seguimiento de una columna de Winogradsky.

### **AIRE**

Práctica 3.- Control Microbiológico del aire y fómites. Evaluación cualitativa y cuantitativa de la contaminación microbiana en el aire interior (Aeromicrobiología intramural) y exterior (Aeromicrobiología extramural) de un recinto y de superficies.

### **SUELO**

Práctica 4.- Aislamiento y evaluación cualitativa y cuantitativa de microorganismos del suelo: eubacterias, actinomicetos y hongos filamentosos.

### **AGUA**

Práctica 5.- Análisis microbiológico de aguas mediante el método de filtración de membrana. a) Aguas destinadas al abastecimiento público. b) Aguas marinas destinadas a actividades recreativas.

### **CICLOS BIOGEOQUÍMICOS**

Práctica 6.- Ciclo del Nitrógeno. Detección de las actividades amonificantes, nitrificantes, desnitrificantes y fijadoras de nitrógeno producidas por microorganismos del suelo.

### **INTERACCIONES ENTRE POBLACIONES**

Práctica 7.- Aislamiento e identificación de bacterias fitopatógenas a partir de hojas y/o tubérculos infectados.

### **ASPECTOS BIOTECNOLÓGICOS DE LA MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL**

Práctica 8.- Aislamiento y cuantificación de microorganismos del suelo degradadores de pesticidas. El caso del herbicida 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético).

Práctica 9.- Estudio de la biodegradación de compuestos aromáticos por bacterias (*Serratia marcescens*, *Pseudomonas putida*) y/u hongos (*Phanerochaete chrysosporium*, *Phlebia radiata*, *Fusarium proliferatum*)

## **EVALUACIÓN:**

Procedimiento de evaluación: La asignatura comprende dos tipos de enseñanza: teórica y práctica. Para aprobar la asignatura es necesario aprobar ambas. Los exámenes teóricos serán evaluados entre 0 y 10, siendo necesario para liberar dicho examen una nota superior al 5. Por su parte, las clases prácticas estarán sujetas a una evaluación continua durante el periodo de prácticas, teniéndose en cuenta tanto la actitud como la aptitud, mostrada por el alumno en la adquisición de las habilidades y conocimientos propios del trabajo en un laboratorio de Microbiología Ambiental.

a) Examen parcial: La teoría será evaluada mediante un examen parcial y los exámenes finales. Todos los exámenes serán tipo test, si bien podrán incluir preguntas cortas. El examen parcial se realizará, probablemente, en la primera semana de diciembre y comprenderá toda la materia explicada hasta esa fecha. Tendrá carácter liberatorio para la convocatoria de febrero.

b) Exámenes finales: En la convocatoria de febrero los alumnos deberán presentarse de los contenidos no aprobados hasta ese momento (los que hubieran superado el examen parcial no tendrán que examinarse de los contenidos de éste en la convocatoria de febrero). Nadie podrá presentarse a los dos llamamientos correspondientes a la convocatoria de febrero. En las convocatorias extraordinarias de junio y septiembre los alumnos deberán examinarse de toda la asignatura; en estas convocatorias habrá un solo llamamiento y los exámenes serán similares (Tipo test, pudiendo incluir preguntas cortas).

c) Clases prácticas: Se realizarán en forma de cursillo intensivo con tres horas diarias de clase y durante una semana. Es condición imprescindible para poder superar las prácticas en la evaluación continua, la asistencia a todas las sesiones. Una vez formados los grupos, la fecha asignada y la constitución de los mismos, se anunciará oportunamente. Las clases prácticas se realizarán en el laboratorio de alumnos del Departamento de Microbiología y Biología Celular, ubicado en los sótanos de la Facultad de Farmacia

### CALENDARIO DE EXÁMENES (el aprobado en Junta de Facultad):

<http://webpages.ull.es/users/vicebiol/>

#### Diciembre:

#### Enero:

#### Febrero:

Primer llamamiento: 28 de Enero de 2009

Segundo llamamiento: 4 de Febrero de 2009

#### Junio:

Primer llamamiento: 1 de Junio de 2009

Segundo llamamiento:

Julio: 21 de Julio de 2009

### NORMAS DEL CURSO:

### BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

#### BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Ahmet, N., Qureshi, F.M. and Khan, O.Y. 2001. INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY. Horizon Press.
- 2.- Atlas, R. M. and Bartha, R. 2002. ECOLOGÍA MICROBIANA Y MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL. 4ª Edición. Addison Wesley (Pearson Educación S.A.).
- 3.- Banfield, J.F. and Nealson, K.H. 1997. GEOMICROBIOLOGY: INTERACTIONS BETWEEN MICROBES AND MINERALS. Mineralogical Society of America.
- 4.- Bartlett, D.H. 2000. MOLECULAR MARINE MICROBIOLOGY. JMMB Symposium Series. Volume 1. Horizon Scientific Press.
- 5.- Bitton, G. (Editor). 2002. ENCYCLOPEDIA OF ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. Vols. 1, 2, 3, 4, 5 y 6. John Wiley & Sons, Inc.
- 6.- Bitton, G. 2005. WASTEWATER MICROBIOLOGY. 3th Ed. Wiley
- 7.- Burlage, R.S., Atlas, R., Stahl, D. Geesey, G. and Sayler, G. 1998. TECHNIQUES IN MICROBIAL ECOLOGY. Oxford University Press.
- 8.- Elsas van, J.D., Trevors, J.T. and Wellington, E.M.H. 1997. MODERN SOIL MICROBIOLOGY. Marcel Dekker, Inc.
- 9.- El-Sharoud, W. 2008. BACTERIAL PHYSIOLOGY. A MOLECULAR APPROACH. Springer.
- 10.- Ehrlich, H.L. 1996. GEOMICROBIOLOGY. 3th Edition. Marcel Dekker, Inc.
- 11.- Evans, G.M., Furlong, J.C. 2003. ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY. THEORY AND APPLICATIONS. Wiley.
- 12.- Fenchel, T., King, G.M. and Blackburn, T.H. 1998. BACTERIAL BIOGEOCHEMISTRY: THE ECOPHYSIOLOGY OF MINERALS CYCLING. 2nd Edition. Academic Press.
- 13.- Fletcher, M. 1996. BACTERIAL ADHESION. MOLECULAR AND ECOLOGICAL DIVERSITY. Wiley-Liss.
- 14.- Geis, P.A. 2006. COSMETIC MICROBIOLOGY. A PRACTICAL APPROACH. 2nd Ed. Taylor & Francis.

- 15.- Gerardi, M.H., Zimmerman, M.C. 2005. WASTEWATER PATHOGENS. Wiley.
- 16.- Gerdai, C., Glansdorff, N. 2007. PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF EXTREMOPHILES. ASM Press.
- 17.- Glazer, A.N., Nikkaido, H. 2007. MICROBIAL BIOTECHNOLOGY. FUNDAMENTALS AND APPLIED MICROBIOLOGY. 2<sup>nd</sup> Ed. Cambridge University Press.
- 18.- Hurst, C.J., Crawford, R.L., Garland, J.L., Lipson, D.A., Mills, A.L. and Stetzenbach, L.D. 2007. MANUAL OF ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 3th Ed. ASM Press.
- 19.- Kirchman, D.L. 2000. MICROBIAL ECOLOGY OF THE OCEANS. Wiley-Liss, Inc.
- 20.- Lederberg, J. (Editor). 2000. ENCYCLOPEDIA OF MICROBIOLOGY, VOLS. 1, 2, 3, 4. Academic Press.
- 21.- Lester, J.N. and Birkett, J.W. 1999. MICROBIOLOGY AND CHEMISTRY FOR ENVIRONMENTAL SCIENTISTS AND ENGINEERS. 2nd Edition. E & FN Spon.
- 22.- Logan, N.A., Lappin-Scott, H.M. & Oyston, P.C.F. (Eds.). 2006. PROKARYOTIC DIVERSITY: MECHANISMS AND SIGNIFICANCE. Cambridge University Press.
- 23.- Madigan, M.T., Martinko, J.M. and Parker, J. 2003. BROCK. BIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS. 10th Edición. Prentice Hall.
- 24.- Maier, R.M., Pepper, I.L. and Gerba, C.P. 2000. ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. Academic Press.
- 25.- McKinney, R.E. 2004. ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL MICROBIOLOGY. Marcel Dekker.
- 26.- Mitchell, R. 1992. ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. Wiley-Liss.
- 27.- Munn, C.B. 2004. MARINE MICROBIOLOGY. ECOLOGY AND APPLICATIONS. Bios Scientific Publishers.
- 28.- Paul, E.A. 2007. SOIL MICROBIOLOGY AND BIOCHEMISTRY. 3th Ed. Elsevier.
- 29.- Percibal, S., Chalmers, R., Embrey, M., Hunter, P., Sellwood, J., Wyn-Jones, P. 2004. MICROBIOLOGY OF WASTEWATER DISEASES. Elsevier.
- 30.- Perestelo, F. 2008. GUÍA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA TEÓRICA DE LA ASIGNATURA DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL.
- 31.- Pepper, I.L., Gerba, C.P. and Brusseau, M.L. 1996. POLLUTION SCIENCE. Academic Press.
- 32.- Prescott, L.M. Harley, J.P., Klein, D.A. 2008. MICROBIOLOGÍA. 6º Edición. McGraw Hill-Interamericana.
- 33.- Rajak, R.C. (Editor) 2002. BIOTECHNOLOGY OF MICROBES AND SUSTAINABLE UTILIZATION. Scientific Publishers (India).
- 34.- Rochelle, P.A. 2001. ENVIRONMENTAL MOLECULAR MICROBIOLOGY: PROTOCOLS AND APPLICATIONS. Horizon Press.
- 35.- Rogers, J.E. and Whitman, W.B. 1991. MICROBIAL PRODUCTION AND CONSUMPTION OF GREENHOUSE GASES: METHANE, NITROGEN OXIDES, AND HALOMETHANES. ASM Press.
- 36.- Rosenberg, E. 1999. MICROBIAL ECOLOGY AND INFECTIOUS DISEASE. American Society for Microbiology.
- 37.- Salyers, A.A. and Whitt, D.D. 2000. MICROBIOLOGY. DIVERSITY, DISEASE, AND THE ENVIRONMENT. ASM Press.
- 38.- Schlegel, H.G. 1997. MICROBIOLOGÍA GENERAL. Ediciones Omega.
- 39.- Schlesinger, W.H. 2000. BIOGEOQUÍMICA. UN ANÁLISIS DEL CAMBIO GLOBAL. Ariel Ciencia.
- 40.- Sharma, P.D. 2005. ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. Alpha Science International Ltd.
- 41.- Sigeo, D.C. 2005. FRESHWATER MICROBIOLOGY. Wiley.
- 42.- Stolp, H. 1988. MICROBIAL ECOLOGY: ORGANISMS, HABITATS ACTIVITIES. Cambridge University Press.
- 43.- Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.F., Hartel, P.G. and Zuberer, D.A. 2005. PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF SOIL MICROBIOLOGY. 2nd Edition. Pearson Prentice Hal.
- 44.- Tortora, G.J., Funke, B.R. and Case, C.L. 2007. MICROBIOLOGY. AN INTRODUCTION. 9th Edition. Pearson/Benjamin Cummings.
- 45.- Varnan, A.H. and Evans, M.G. 2000. ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. Manson Publishing Ltd.

## COLECCIONES ESPECIALIZADAS

ANNUAL REVIEWS OF MICROBIOLOGY  
ADVANCES IN APPLIED MICROBIOLOGY  
ADVANCES IN MICROBIAL ECOLOGY  
ADVANCES IN MICROBIAL PHYSIOLOGY.

### **PÁGINAS WEB DE INTERÉS:**

[http://www.microbes.info/resources/Environmental\\_Microbiology/](http://www.microbes.info/resources/Environmental_Microbiology/)

<http://wvlc.uwaterloo.ca/biology447/>

[http://www.google.com/Top/Science/Biology/Microbiology/Environmental\\_Microbiology/](http://www.google.com/Top/Science/Biology/Microbiology/Environmental_Microbiology/)

<http://genomicsgtl.energy.gov/biofuels/>

<http://www.ugr.es/~dptomic/enlaces.htm#MicroAmb>

[http://www.educaweb.com/p\\_cursos-microbiologia\\_ambiental.html](http://www.educaweb.com/p_cursos-microbiologia_ambiental.html)

### **OBSERVACIONES:**