

Guia docent de l'assignatura "Diversitat funcional de microorganismes"

2011/2012

Codi: 100774

Crèdits ECTS: 6

Titulació	Pla	Tipus	Curs	Semestre
2500250 Biologia	812 Graduat en Biologia	OB	3	1

Contacte

Nom : Maria Ramos Martínez Alonso

Email : Maira.Martinez@uab.cat

Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: Sí

Algun grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

Tot i que no hi ha cap prerequisit oficial, s'aconsella als estudiants revisar els conceptes que es refereixen al món microbià, estudiats prèviament. Així mateix, és convenient tenir un bon coneixement de les assignatures cursades del grau de Biologia, així com de la resta d'assignatures que es cursin simultàniament durant el primer semestre de tercer curs.

Objectius i contextualització

Es tracta d'una assignatura obligatòria de tercer curs del Grau de Biologia, que introdueix als estudiants en el coneixement bàsic de la diversitat procariota i vírica, fent èmfasi especial en les seves característiques estructurals, i ecofisiològiques, així com en la seva importància biotecnològica, i en la necessitat d'actualització constant d'informació a través de les bases de dades bibliogràfiques.

L'objectiu principal de l'assignatura és proporcionar la formació bàsica per l'estudi de la diversitat microbiana, la fisiologia i el metabolisme dels principals grups de procariotes i de virus.

Els objectius concrets de l'assignatura són els següents:

1. Conèixer la diversitat dels microorganismes procariotes i dels virus
2. Conèixer els principis de la taxonomia clàssica i molecular.
3. Saber distingir les característiques que defineixen els diferents grups taxonòmics, les seves particularitats estructurals, les seves característiques ecofisiològiques i la seva importància.
4. Saber com aplicar els coneixements estudiats per portar a terme la identificació i caracterització dels principals grups procariotes i vírics.

Competències i resultats d'aprenentatge

1200:E03 - Descriure i identificar els nivells d'organització dels éssers vius.

1200:E03.03 - Reconèixer la diversitat del món microbià i identificar els diferents grups que la integren.

1200:E03.04 - Enunciar els diferents grups de microorganismes, descriure'n les característiques

diferencials i ubicar-los filogenèticament.

1200:E05 - Identificar i classificar els éssers vius.

1200:E05.05 - Aplicar les metodologies necessàries per caracteritzar i identificar microorganismes en cultius purs i en mostres complexes

1200:E06 - Comprendre els processos que determinen el funcionament dels éssers vius en cada un dels seus nivells d'organització.

1200:E06.21 - Explicar el paper dels microorganismes com a agents causals de malalties o de problemes toxicològics en l'ésser humà, els animals i les plantes.

1200:E09 - Aïllar i fer cultius de microorganismes i cèl·lules i teixits d'organismes pluricel·lulars, i modificar-los.

1200:E09.02 - Aplicar les tècniques microbiològiques convencionals que permeten diferenciar els diferents grups microbians.

1200:G01 - Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.

1200:G01.00 - Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.

1200:G02 - Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.

1200:G02.00 - Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.

1200:T01 - Tenir capacitat d'anàlisi i de síntesi.

1200:T01.00 - Tenir capacitat d'anàlisi i de síntesi.

1200:T03 - Tenir capacitat d'organització i planificació.

1200:T03.00 - Tenir capacitat d'organització i planificació.

1200:T04 - Treballar en equip.

1200:T04.00 - Treballar en equip.

Continguts

Continguts de teoria

Diversitat de Procariotes

Tema 1. Origen i evolució dels microorganismes

Introducció. La Terra primitiva. L'origen de la vida: Diversificació i Evolució microbiana. Marcadors evolutius moleculars. Filogènia i implicacions en la taxonomia.

Tema 2. Sistemàtica microbiana

Classificació, nomenclatura i identificació. Sistemes de classificació. Taxonomia polifàsica: mètodes fenotípics, genotípics i filogenètics. Unitats de classificació. Concepte d'espècie. Manual Bergey de sistemàtica bacteriana. Col·leccions de cultius.

Tema 3. Domini Archaea

Particularitats estructurals. *Euryarchaeota*. *Crenarchaeota*. Nous *phyla* d'arqueus: *Korarchaeota* i *Thaumarchaeota*.

Tema 4. Els *phyla* bacterians més antics

Aquificae, *Thermotogae*, *Deinococcus-Thermus* i *Chloroflexi*. Característiques ecofisiològiques i gèneres clau.

Tema 5. *Phylum Proteobacteria*

Diversitat morfològica, Fisiològica i metabòlica. Espècies quimiolitotròfiques, quimioorganotròfiques i fototròfiques. Divisions filogenètiques. Principals membres del grup i la seva importància.

Tema 6. Bacteris gramnegatius no proteobacteris

Phyla fototròfics: *Cyanobacteria*, *Chlorobi*. Phyla quimirotòfics: *Planctomycetes*, *Chlamidiae*, *Spirochaetes*, *Bacteroidetes*, *Verrucomicrobia*, *Nitrospira*, *Acidobacteria*, *Gemmatimonadetes*, *Fusobacteria*, *Deferribacter*, *Lenthsphaerae*. Estructura, classificació i ecofisiologia.

Tema 7. Phylum Firmicutes

No formadors d'endospores: Gèneres més importants. Formadors d'endospores: Característiques i gèneres. Firmicuts sense paret cel·lular: classe *Mollicutes*.

Tema 8. Phylum Actinobacteria

Principals grups filogenètics: *Actinomycetales*, *Bifidobacteriales*, *Acidimicrobiales*, *Coriobacteriales* i *Rubrobacterales*. Característiques morfològiques i fisiològiques.

Diversitat vírica

Tema 1. Naturalesa i multiplicació dels virus

El món dels virus. Parasitisme estricte, multiplicació i transmissió. La malaltia vírica i el concepte "iceberg". La diversitat vírica. La partícula vírica: dimensions, composició química, morfologia i nomenclatura. Funcions de la càpsida; estabilitat i reconeixement. Composició química, estructura i organització del genoma víric: gens estructurals i no estructurals. La polaritat de l'àcid nucleic. El cicle víric: fases extra- i intracel·lulars. Multiplicació vírica: infeccions productives i no productives. Expressió seqüencial de gens vírics. Virus, elements genètics mòbils i éssers vius.

Tema 2. La Virologia i els seus orígens

Les hipòtesis sobre el manteniment de la vida i la generació espontània. Els treballs d'en Pasteur. Agents infecciosos microscòpics i els postulats de Koch. El segle XIX: el descobriment dels virus. El mosaic del tabac: el concepte de verifiltrable. Descobriment dels virus animals. El segle XX: caracterització química, estructural i genètica dels virus. Fets rellevants en la història de la Virologia. L'eradicació de la verola i el risc de re-emergència. Aspectes clínics i biotecnològics de la Virologia. Bioterrorisme.

Tema 3. Metodologia virològica

Obtenció de partícules víriques. El cultiu cel·lular. Cultius a petita i mitjana escala. Purificació. Anàlisi quantitatiu de partícules víriques. Detecció de components vírics i aplicacions en la metodologia diagnòstica. El laboratori de Virologia: àrees i distribució. La seguretat biològica. Nivells de contenció: P1 a P4. Tractament d'aire. Tractament d'afluent. Les fàbriques de vacunes: producció a escala industrial de partícules víriques.

Tema 4. Estructura de les partícules víriques

Morfologia de les partícules víriques. Estudi arquitectònic de les partícules víriques: la microscòpia electrònica i les reconstruccions tridimensionals. La difracció de raigs X: requisits cristal·logràfics i nivell de resolució. Arquitectura molecular en les simetries helicoïdal i icosaèdrica. Proteïnes trans-membrana en les envoltures víriques. Llocs d'unió a receptors. Els antígens vírics i els epítops B i T. La neutralització i l'evasió de la neutralització. Variabilitat genètica i epitòpica.

Tema 5. Genètica i genomes vírics

Principi d'economia i complexitat dels genomes vírics; gens encavalcats. Genomes segmentats i partits. Seqüenciació de genomes vírics i predicció de funcions. Recombinació, reorganització i mescla fenotípica. Tipus de mutants vírics. Virus defectius: genomes integrats, virus satèl·lits i partícules defectives interferents. Complementació. El clon infecciós. Expressió gènica en diferents tipus de virus; estratègies de regulació temporal. Principis de genètica inversa. Instruments vírics per a transferència genètica i teràpia gènica. Presentació de pèptids i antígens en virus recombinants. Clonació i expressió gènica amb vectors d'origen víric.

Tema 6. Principis de taxonomia vírica

Primeres classificacions de virus: classificació de Baltimore de virus animals. El Comitè Internacional de Taxonomia de Virus i el sistema de classificació. Propietats víriques usades en taxonomia. Famílies de virus animals i virus no classificats. Els principals patògens humans i les seves malalties.

Tema 7. Origen i evolució dels virus

Origen dels virus; teories regressives i a favor d'un origen cel·lular. Mecanismes de generació de diversitat. Freqüències de mutació i abundància relativa de mutants. Fixació de mutacions. Replicases víriques i fidelitat de còpia. Variabilitat i evolució en virus RNA i retrovirus. Les quasiespècies víriques. Evolució i potencial evolutiu. Selecció

darwiniana i no darwiniana de mutacions. Efectes fundacionals i colls d'ampolla. Divergència genètica i antigènica; el virus de la grip. Anàlisi de la filogènia vírica.

Tema 8. Noves malalties víriques i virus emergents

Aparició de noves malalties víriques. Salt d'hoste i reservoris vírics. Emergència i re-emergència vírica. Factors mediambientals, socials i tecnològics determinants. Importància dels vectors artròpodes. L'espècie humana com a hoste terminal. Nous virus i virus emergents humans. Les febres hemorràgiques. El virus Èbola i el virus de la immunodeficiència humana. Els nous virus hepàtics. La re-emergència continuada del virus de la grip i altres.

Tema 9. Multiplicació vírica

Reconeixement cel·lular. Naturalesa i funció dels receptors. Internalització. Decapsidació. Aturada de la biosíntesi cel·lular. Estimulació de funcions cel·lulars: papovavirus i adenovirus. Síntesi de RNA, DNA i proteïnes víriques: seqüències temporals. Efectes citopàtics. Sortida de partícules víriques amb isense lisi. Apoptosi. Transformació cel·lular en virus RNA: oncògens cel·lulars; activació i transducció. Transformació cel·lular en virus DNA: oncògens i oncoproteïnes víriques. Processat de proteïnes víriques. Dianes de fàrmacs antivírics. El RNA interferent.

Tema 10. Patogènia de les infeccions víriques

Característiques de les infeccions víriques. Portes d'entrada. Infeccions localitzades i sistèmiques. Invasivitat. Virèmia. Transmissió nerviosa. Teixits diana: tropisme. Virulència. Paper de la resposta orgànica en la patogènia. El contagi: vies de transmissió. Vectors i reservoris. Les infeccions víriques persistents; mecanismes de persistència. El virus del xarampió. El virus Epstein-Barr. Les hepatitis víriques. Infecció per HIV; els aspectes dinàmics de la persistència. El moviment en virus de plantes.

Tema 11. Resposta a les infeccions víriques

Mecanismes antivírics inespecífics. Inducció i activitat dels interferons. Inducció i evolució de la resposta immune. Paper d'anticossos i cèl·lules T. Profilaxi de les infeccions víriques: la vacunació. Tipus de vacunes; atenuades i inactivades. Les vacunes de la poliomièlitis. Bases moleculars de l'atenuació. Vacunes de nova generació. Antígens i immunògens. Proteïnes recombinants i pèptids sintètics. Pseudo-càpsides vacunals. La vacuna contra l'hepatitis B i contra el virus del papil·loma. Vacunació amb DNA.

Tema 12. Prions i viroides

Les proteïnes infeccioses: els prions. Desenvolupament del concepte de prió. L'amiloide. Síntesi i processat de PrP^C. Formació de PrP^{SC} i propagació dels prions. Encefalopaties espongiformes: herència i contagi. Diversitat fenotípica dels prions; les soques. El "scrapie" (tremolor) i l'encefalopatia espongiforme bovina. Barreres interespecífiques. Les encefalopaties espongiformes humanes: el Kuru, la síndrome de Creutzfeldt-Jakob i les malalties hereditàries. Els prions en llevats. Els viroides: estructura i constància de dominis. Possibles mecanismes de la patogènia. El virus de l'hepatitis delta.

Tema 13. Bacteriòfags

Utilització de bacteriòfags en genètica molecular i biotecnologia. El "phage display". La generació d'anticossos sense immunització i la recerca de nous lligands. Evolució molecular dirigida. Sistemes de selecció de fàrmacs

antivírics: el cas dels inhibidors de proteases.

Tema 14. Elsvirus artificials

La teràpia gènica vírica; trets importants i riscos biològics. Virus artificials com a alternatives a la teràpia gènica vírica. Tipus de virus artificials i de biomolècules usades. Estratègies modulars. Selecció de dominis funcionals. Exemples i aplicacions dels virus artificials.

Continguts de Problemes/Seminaris

1. Mètodes d'aïllament de microorganismes
2. Tècniques d'observació microscòpica
3. Mètodes d'identificació i caracterització de microorganismes
4. Problemes de microbiologia bàsica
5. Sessions de treball amb articles científics

Continguts de Pràctiques de laboratori

1. Aïllament de microorganismes d'ambients naturals
2. Identificació: proves bioquímiques i fisiològiques
3. Obtenció i quantificació de lisats vírics
4. Neutralització de virus

Metodologia

L'assignatura consta de tres mòduls, els quals s'han programat de forma integrada de manera que l'estudiant haurà de relacionar al llarg de tot el curs el contingut i les activitats programades per tal d'assolir les competències indicades en aquesta guia.

Es combinaran diverses estratègies d'aprenentatge:

Classes teòriques participatives: L'estudiant ha d'adquirir els coneixements científico-tècnics propis d'aquesta assignatura assistint a aquestes classes i complementant-les amb l'estudi personal dels temes explicats. A l'inici del curs es lliurarà a l'estudiant un calendari detallat dels temes que es tractaran al llarg del curs, així com de la bibliografia que haurà de consultar per preparar cada classe teòrica i per a l'estudi personal dels temes explicats. La impartició de cada tema es basarà en una exposició teòrica i en una breu discussió del mateix.

Classes de problemes/seminaris: Aquestes classes són sessions amb la missió de: a) treballar aspectes metodològics, b) facilitar la comprensió dels coneixements exposats en les classes teòriques, c) capacitar a l'estudiant per dissenyar experiments bàsics i d) fer de pont entre les classes teòriques participatives i el treball pràctic de laboratori, amb l'objectiu d'integrar els coneixements teòrics amb els pràctics. L'estudiant treballarà casos pràctics concrets que haurà d'anar desenvolupant durant el curs. A més, també s'indicarà la bibliografia que haurà de consultar i la relació de cada sessió amb els temes tractats en les classes teòriques participatives.

Classes pràctiques de laboratori: Els objectius d'aquestes activitats són: a) facilitar la comprensió dels coneixements exposats a les classes teòriques, b) aplicar els coneixements desenvolupats en les sessions de problemes/seminaris, c) adquirir destresa manual, d) interpretar resultats i e) adquirir l'habilitat de treballar amb microorganismes. L'assistència a les classes és obligatòria per tal de poder adquirir les competències de l'assignatura. Per poder assistir-hi cal que l'alumne justifiqui haver superat les proves de seguretat que trobarà en el campus virtual. A més haurà de complir la normativa de treball en un laboratori de Microbiologia que trobarà indicada en el manual. Per aconseguir un bon rendiment i adquirir les competències corresponents a aquesta activitat és imprescindible que l'estudiant faci una lectura comprensiva de les pràctiques proposades abans de la seva realització.

Per tal de donar suport a les activitats formatives indicades anteriorment, es podran programar sessions de tutoria d'aula, a petició dels alumnes. Així mateix, els alumnes podran realitzar tutories individuals al despatx dels professors Jose Luis Corchero Nieto (IBF-112.1) i Maira Martínez-Alonso (C3-411.2).

L'estudiant disposarà en el Campus Virtual de l'assignatura de tota la documentació indicada en els punts anteriors.

Activitats formatives

Activitat	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes/seminaris	8	0.32	1200:E03.03 , 1200:E06.21 , 1200:T01.00 , 1200:G02.00 , 1200:G01.00 , 1200:E03.04 , 1200:T03.00 , 1200:T04.00
Classes pràctiques de laboratori	12	0.48	1200:E03.03 , 1200:E09.02 , 1200:T03.00 , 1200:T01.00 , 1200:G01.00 , 1200:E05.05 , 1200:T04.00
Classes teòriques	30	1.2	1200:E03.03 , 1200:E03.04 , 1200:E06.21 , 1200:T01.00 , 1200:G01.00
Tipus: Supervisades			
Tutories individuals/en grup	2	0.08	1200:E03.03 , 1200:E03.04 , 1200:E06.21 , 1200:G02.00 , 1200:T01.00 , 1200:G01.00
Tipus: Autònomes			
Estudi	50	2.0	1200:E03.03 , 1200:G02.00 , 1200:G01.00 , 1200:E06.21 , 1200:E03.04 , 1200:T01.00 , 1200:T03.00
Lectura de textos	12	0.48	1200:E03.03 , 1200:E03.04 , 1200:E06.21 , 1200:G02.00 , 1200:T03.00 , 1200:T01.00 , 1200:G01.00
Preparació i redacció de treballs	20	0.8	1200:E03.03 , 1200:E06.21 , 1200:T01.00 , 1200:G02.00 , 1200:G01.00 , 1200:E03.04 , 1200:T03.00 , 1200:T04.00
Recerca bibliogràfica	10	0.4	1200:G01.00 , 1200:T01.00 , 1200:T03.00 , 1200:T04.00 , 1200:G02.00

Avaluació

L'avaluació de l'assignatura serà individual i continuada a través de les següents proves:

Mòdul d'avaluació de les classes teòriques (60% de la nota global): Al llarg del curs es programaran dues proves escrites d'avaluació d'aquest mòdul, les quals són eliminatòries. Cadascuna de les proves tindrà un pes del 50% de la nota del mòdul, però només es farà mitja si la nota de les proves és igual o superior a 4,5, en cas contrari l'estudiant haurà de recuperar la part no superada a l'examen final.

Cada prova constarà de dos tipus de preguntes:

Preguntes de resposta curta dirigides a valorar si s'han assolit els objectius conceptuals clau.

Preguntes tipus test d'elecció múltiple i/o de cert/fals, que permetran valorar una gran part dels continguts.

Mòdul d'avaluació dels seminaris (20% de la nota global): L'avaluació inclourà els següents aspectes:

Realització d'una prova escrita (10% de la nota global).

Presentació oral d'un treball (10% de la nota global).

Mòdul d'avaluació de les Pràctiques (20% de la nota global): L'avaluació inclourà els següents aspectes:

Realització d'un qüestionari (10% de la nota global).

Prova escrita (10% de la nota global) que es realitzarà conjuntament amb l'examen del segon parcial del mòdul de teoria i constarà de preguntes tipus test d'elecció múltiple i/o de cert/fals.

Consideracions finals:

- Per superar l'assignatura s'ha d'obtenir una qualificació de 5 o superior en cada mòdul. Els estudiants que no superin alguna de les proves escrites, les podran recuperar en la data programada per l'avaluació final de l'assignatura.
- Es considerarà que un alumne obtindrà la qualificació de **No Presentat** si realitza menys d'un 50% de les activitats d'avaluació.
- Els estudiants que vulguin millorar nota renunciaran a la qualificació obtinguda prèviament, i s'hauran d'examinar de **totes** les proves escrites corresponents als diferents mòduls de l'assignatura.

Activitats d'avaluació

Activitat	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació de pràctiques de laboratori	20	1	0.04	1200:E03.03 , 1200:E03.04 , 1200:E09.02 , 1200:E05.05 , 1200:T01.00 , 1200:T03.00 , 1200:G01.00
Avaluació de pràctiques d'aula	20	1	0.04	1200:E03.03 , 1200:E03.04 , 1200:G01.00 , 1200:E06.21 , 1200:T03.00 , 1200:T04.00 , 1200:T01.00 , 1200:G02.00
Avaluació de teoria	60	4	0.16	1200:E03.03 , 1200:E03.04 , 1200:E06.21 , 1200:G02.00 , 1200:T03.00 , 1200:T01.00 , 1200:G01.00

Bibliografia

Llibres de text:

- Madigan M, Martinko JM, Dunlap PV, Clark DP. 2009. Brock Biología de los Microorganismos. 12ª ed. Pearson Education.
- Ogunseitan O. 2005. Microbial diversity. Form and function in Prokaryotes. Blackwell Publishing.
- Willey J, Sherwood LM, Woolverton CJ. 2008. Microbiología de Prescott, Harley y Klein. 7ª ed. MacGraw-Hill.
- Cann A J. 2005. Principles of molecular virology. (4th Ed). Academic Press. London.
- Flint SJ i altres. 2000. Principles of virology: Molecular biology, pathogenesis and control. ASM Press. Washington.
- Wagner EK, Hewlett MJ. 2004. Basic virology (2nd Ed). Blackwell Publishing. Oxford.
- Dimmock NJ, Easton AJ, Leppard KN. 2007. Introduction to modern virology. (6th Ed). Blackwell Publishing. Oxford.
- Collier L, Oxford J. 2006. Human virology. (3rd Ed). Oxford University Press. Oxford.
- Shors T. 2009. VIRUS. ESTUDIO MOLECULAR CON ORIENTACION CLINICA. Editorial PANAMERICANA. Bogotá-Madrid.

Llibres complementaris:

- The Prokaryotes.

Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer K-H, Stackebrandt E (Editors). 2006. The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria. Third Edition. 7 vol. Springer, New York.

- Volume 1: Symbiotic Associations, Biotechnology, Applied Microbiology
- Volume 2: Ecophysiology and Biochemistry
- Volume 3: Archaea. Bacteria: Firmicutes, Actinomycetes
- Volume 4: Bacteria: Firmicutes, Cyanobacteria
- Volume 5: Proteobacteria: Alpha and Beta Subclasses
- Volume 6: Proteobacteria: Gamma Subclass
- Volume 7: Proteobacteria: Delta and Epsilon Subclasses. Deeply Rooting Bacteria

- Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology

Garrity G (Ed.) 2001-2011. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 5 vol. Springer, New York.

Volume package:

- Volume 1: Boone DR, Castenholz RW (Eds.). 2001. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition. Volume One : The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria. Springer, New York.
- Volume 2: Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT (Editors). 2005. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition, Volume Two: The Proteobacteria. Springer, New York.
- Volume 3: De Vos P, Garrity G, Jones D, Krieg NR, Ludwig W, Rainey FA, Schleifer K-H, Whitman WB (Editors). 2009. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume 3: The Firmicutes. Springer, New York.
- Volume 4: Krieg NR, Ludwig W, Whitman WB, Hedlund BP, Paster BJ, Staley JT, Ward N, Brown D (Eds.). 2010. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition. Volume 4: The Bacteroidetes, Spirochaetes, Tenericutes (Mollicutes), Acidobacteria, Fibrobacteres, Fusobacteria, Dictyoglomi, Gemmatimonadetes, Lentisphaerae, Verrucomicrobia, Chlamydiae, and Planctomycetes. Springer, New York.
- Volume 5: Goodfellow M, Kämpfer P, Busse H-J, Trujillo M, Suzuki K-I, Ludwig W, Whitman WB (eds). 2011. Volume 5: The Actinobacteria. Springer, New York.

- Encyclopedia of virology

Granoff A, Webster RG. (Constantment actualitzada i ampliada). Encyclopedia of virology (on-line Ed.) Academic Press. London.

(<http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/0122270304>)

Webs d'interès:

<http://www.microbelibrary.org>

<http://microbewiki.kenyon.edu>