

**Diversitat funcional de microorganismes**

Codi: 100774

Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500250 Biologia	OB	3	1

### Professor/a de contacte

Nom: Maria Ramos Martínez Alonso

Correu electrònic: Maira.Martinez@uab.cat

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: Sí

### Equip docent

Maria Teresa Llovet Pellejero

Neus Ferrer Miralles

Marc Llirós Dupré

José Luis Corchero Nieto

### 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 prèviament cursades del grau de Biologia.

Per poder cursar el mòdul de les pràctiques de laboratori d'aquesta assignatura cal que l'estudiant hagi superat la prova de Seguretat i de Bioseguretat que trobarà en el corresponent espai docent del Campus Virtual. Cal presentar imprès, el primer dia de pràctiques, els documents pdf generats al superar els tests. També, cal ser coneixedor i acceptar les normes de funcionament dels laboratoris de la Facultat de Biociències. A més a més, és imprescindible que l'estudiant segueixi la normativa de treball que indiqui el professorat. Per raons de seguretat, si no s'han superat els dos tests, o bé no es porta bata i ulleres de seguretat no es permetrà l'accés al laboratori.

### Objectius

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

- Aïllar i fer cultius de microorganismes i cèl·lules i teixits d'organismes pluricel·lulars, i modificar-los.
- Comprendre els processos que determinen el funcionament dels éssers vius en cada un dels seus nivells d'organització.
- Descriure i identificar els nivells d'organització dels éssers vius.
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
- Identificar i classificar els éssers vius.
- Tenir capacitat d'anàlisi i de síntesi.
- Tenir capacitat d'organització i planificació
- Treballar en equip.

## Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar les metodologies necessàries per caracteritzar i identificar microorganismes en cultius purs i en mostres complexes
2. Aplicar les tècniques microbiològiques convencionals que permeten diferenciar els diferents grups microbians.
3. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
4. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
5. Enunciar els diferents grups de microorganismes, descriure'n les característiques diferencials i ubicar-los filogenèticament.
6. Explicar el paper dels microorganismes com a agents causals de malalties o de problemes toxicològics en l'ésser humà, els animals i les plantes.
7. Reconèixer la diversitat del món microbià i identificar els diferents grups que la integren.
8. Tenir capacitat d'anàlisi i de síntesi.
9. Tenir capacitat d'organització i planificació.
10. Treballar en equip.

## Continguts

### • Teoria

## Diversitat de Procariotes

### Tema 1. Introducció a la diversitat procariota

Què s'entén per diversitat en procariotes? Filogènia i implicacions en la taxonomia. El concepte de procariota.

### 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 dels arqueus. Filogènia i metabolisme. *Euyarcahaeota*. *Crenarchaeota*. Nous *phyla* d'arqueus.

#### **Tema 4. Grups bacterians més antics**

Adaptacions a la vida a temperatures elevades, i a alta radiació. Característiques ecofisiològiques dels diferents grups i gèneres clau.

#### **Tema 5. Bacteris gramnegatius I**

Característiques dels principals grups de bacteris fototròfics verds. Característiques generals, importància ecològica i gèneres clau. Principals grups quimiotròfics: Estructura, classificació i ecofisiologia.

#### **Tema 6. Bacteris gramnegatius II**

Proteobacteris. Diversitat morfològica, fisiològica i metabòlica. Divisions filogenètiques. Principals membres del grup i la seva importància.

#### **Tema 7. Bacteris grampositius i micoplasmes**

Característiques morfològiques i ecofisiològiques, principals grups filogenètics i importància aplicada.

#### **Tema 8. Grups de bacteris i arqueus amb poques o cap espècie cultivada**

Grups filogenètics dominats per seqüències d'organismes no cultivats. Distribució i caracterització. Què coneixem del món microbià?

### **Diversitat vírica**

#### **Tema 9. Introducció: la Virologia i els seus orígens**

Les hipòtesis sobre el manteniment de la vida i la generació espontània. Els treballs d'en Pasteur i els postulats de Koch. El segle XIX: el descobriment dels virus. El mosaic del tabac: el concepte de verí filtrable. Descobriments 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 10. Naturalesa dels virus i metodologia virològica**

El món dels virus. Parasitisme estricte, multiplicació i transmissió. La diversitat vírica. El cicle víric: fases extra- i intracel·lulars. Expressió seqüencial de gens vírics. 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. La seguretat biològica. Nivells de contenció: P1 a P4.

#### **Tema 11. El virió: partícules víriques i els seus genomes**

La partícula vírica: dimensions, composició química, morfologia i nomenclatura. Funcions de la càpsida; estabilitat i reconeixement. Morfologia de les partícules víriques: les simetries helicoïdal i icosaèdrica. Proteïnes trans-membrana en les envoltes víriques. Llocs d'unió a receptors. Composició química, estructura i organització del genoma víric: gens estructurals i no estructurals. La polaritat de l'àcid nucleic. Principi d'economia i complexitat dels genomes vírics; gens encavalcats. Genomes segmentats i partits. Recombinació, reorganització i mescla fenotípica.

#### **Tema 12. El cicle víric**

Reconeixement cel·lular. Naturalesa i funció dels receptors. Internalització. Decapsidació. Aturada de la biosíntesi cel·lular. Síntesi de RNA, DNA i proteïnes víriques: seqüències temporals. Efectes citopàtics. Sortida de partícules víriques amb i sense lisi. Apoptosi. Transformació cel·lular en virus RNA: oncògens cel·lulars; activació i transducció. Transformació cel·lular en virus DNA: oncògens i oncoproteïnes víriques. Infeccions productives i no productives. Cicles lítics versus cicles lisogènics.

### **Tema 13. 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. Efectes fundacionals i colls d'ampolla. Divergència genètica i antigènica; el virus de la grip. Anàlisi de la filogènia vírica.

### **Tema 14. 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.

### **Tema 15. Virus de RNA de doble cadena**

Els **Reovirus**. Estructura, unió, entrada i "decapsidació". Genoma: transcripció i traducció. Assemblatge i encapsidació dels reovirus. Patogènesi: Rotavirus.

### **Tema 16. Virus de RNA de cadena única (1)**

Els **Picornavirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: transcripció i traducció. Assemblatge i maduració. Aspectes mèdics: Poliovirus, Rhinovirus i el virus de la hepatitis A. Els **Flavivirus**. Estructura, unió i entrada. Replicació. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: el virus de la hepatitis C, virus de febres hemorràgiques i virus causants de encefalopaties. Els **Togavirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: transcripció i traducció. Assemblatge i maduració. Aspectes mèdics: Alphavirus que causen encefalitis i Alphavirus que causen artritis. Els **Coronavirus**. Estructura, genoma, assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: el SARS.

### **Tema 17. Virus de RNA de cadena única (2)**

Els **Rhabdovirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: transcripció i traducció. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: virus de la ràbia. Els **Paramyxovirus**. Estructura, genoma, assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: el xarampió ("measles") i les galteres ("mumps"). Els **Orthomyxovirus**. Estructura, unió i entrada. La proteïna HA. Genoma: transcripció i traducció. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: el virus de la grip. La epidèmia del 1918. Origen de les epidèmies i pandèmies: canvis i salts antigènics. La grip aviar i la seva transmissió als humans.

### **Tema 18. Virus de DNA de cadena única**

Els **Parvovirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: transcripció i traducció. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: el parvovirus B19.

### **Tema 19. Virus de DNA de doble cadena (1)**

Els **Polyomavirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics. Els **Papilomavirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: transformació cel·lular i oncogènesis. El carcinoma cervical.

### **Tema 20. Virus de DNA de doble cadena (2)**

Els **Adenovirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: adenovirus recombinants. Els **Herpesvirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: infeccions latents. Infeccions causades per herpesvirus.

### **Tema 21. Virus de DNA de doble cadena (3)**

Els **Poxvirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: el virus de la verola ("smallpox"). Erradicació de la verola. El virus de la verola i el bioterrorisme.

## Tema 22. Els Hepadnavirus

Els **Hepadnavirus**: retrovirus de DNA. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. Aspectes mèdics: el virus de la hepatitis B.

## Tema 23. Els retrovirus

Els **Retrovirus**. Estructura, unió i entrada. Genoma: organització i expressió. La transcripció reversa. Assemblatge i alliberació. Aspectes mèdics: oncogènesis. El gènere dels Lentivirus: el virus de la SIDA.

### • Problemes/Seminaris

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

### • 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'estudiant hagi superat la prova de Seguretat i de Bioseguretat que trobarà en el corresponent espai docent de l'Aula Moodle. Cal presentar imprès, el primer dia de classe, els documents pdf generats al superar els tests. També, cal ser coneixedor i acceptar les normes de funcionament dels laboratoris de la Facultat de Biociències. A més a més, és imprescindible que l'estudiant segueixi la normativa de treball que indiqui el professorat. Per raons de seguretat, si no s'han superat els dos

tests, o bé no es porta bata i ulleres de seguretat no es permetrà l'accés al laboratori. 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.

### Informació addicional

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 (C3-329).

L'estudiant disposarà a l'aula Moodle de l'assignatura de tota la documentació que facilitarà el professor per a un bon seguiment de la mateixa. També podrà consultar l'espai docent de la Coordinació de Grau per obtenir informació actualitzada referent al grau.

### Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes de problemes/seminaris	8	0,32	3, 4, 8, 9, 10
Classes pràctiques de laboratori	12	0,48	1, 2
Classes teoria	31	1,24	5, 6, 7
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Tutories individuals/en grup	2	0,08	3, 4, 5, 6, 7, 8
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi	50	2	3, 4, 5, 6, 7, 8
Lectura de textos	12	0,48	3, 4, 5, 6, 7, 8
Preparació i redacció de treballs	20	0,8	3, 4, 5, 6, 7, 8, 10
Recerca bibliogràfica	9	0,36	3, 4, 8, 10

### Avaluació

L'avaluació de l'assignatura serà 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. Cadascuna de les proves tindrà un pes del 50% de la nota del mòdul (30% i 30%), però només es farà la mitjana si la nota de les proves és igual o superior a 5; en cas contrari, l'estudiant haurà de realitzar un examen de recuperació de la prova escrita no superada.

Cada prova constarà de preguntes de resposta curta, dirigides a valorar si s'han assolit els objectius conceptuals clau, i/o preguntes tipus test d'elecció múltiple, 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).

Només es farà la mitjana si la nota de les proves és igual o superior a 5.

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

Realització d'un qüestionari i seguiment de les habilitats pràctiques adquirides que consistirà en el lliurament de diferents resultats dal professorat el treball realitzat durant les sessions de laboratori (2% de la nota global).

Presentació oral dels resultats (8% de la nota global)

Prova escrita (10% de la nota global) que constarà de preguntes tipus test d'elecció múltiple.

Només es farà la mitjana si la nota de les proves és igual o superior a 5.

### Consideracions finals:

- Per superar l'assignatura s'ha d'obtenir una qualificació de 5 o superior encada mòdul. Els estudiants que no superin algun dels mòduls, els podran recuperar en la data programada per l'avaluació final de l'assignatura.
- Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Per tant, l'alumnat obtindrà la qualificació de **No Avaluable** quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final.
- Els estudiants que no puguin assistir a una prova d'avaluació individual per causa justificada i aportin la documentació corresponent, tindran dret a realitzar la prova en qüestió en una altra data.
- 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.
- A partir de la segona matrícula, els alumnes repetidors no hauran de dur a terme les activitats docents, ni les avaluacions d'aquelles competències superades, corresponents als mòduls de seminaris i pràctiques. Es a dir, es guardarà la nota obtinguda d'aquests mòduls, sempre i quan hagin estat superats.

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació de Seminaris/Problemes	20	1	0,04	3, 4, 8, 9, 10
Avaluació de pràctiques de laboratori	20	1	0,04	1, 2
Avaluació de teoria I	30	2	0,08	5, 6, 7
Avaluació de teoria II	30	2	0,08	5, 6, 7

### Bibliografia

#### Llibres recomanats:

- James W. Brown. 2015. Principles of microbial diversity. 1ª ed. ASM Press.
- Madigan MT, Martinko JM, Bender KS, Buckley DH, Stahl DA. 2014. Brock Biología de los Microorganismos. 14ª ed. Pearson Education.
- Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM, Stahl DA. 2017. Brock Biology of Microorganisms. 15th ed. Pearson SA.
- Ogunseitán O. 2005. Microbial diversity. Form and function in Prokaryotes. Blackwell Publishing.

- Staley JT, Reysenbach AL. 2002. Biodiversity of microbial life: foundation of earth's biosphere. Willey-Liss, Inc, New York.
- Willey J, Sherwood LM, Woolverton CJ. 2008. Microbiología de Prescott, Harley y Klein. 7ª ed. MacGraw-Hill.
- Willey JM, Sherwood LM, Woolverton CJ. 2017. Prescott's Microbiology. 10th ed. MacGraw-Hill.
- Cann A J. 2016. Principles of molecular virology. (6th Ed). Academic Press. London.
- Flint SJ i altres. 2015. Principles of virology: Molecular biology, pathogenesis and control. (4rd Ed). ASM Press. Washington.
- Wagner EK, Hewlett MJ. 2007. Basic virology (3rd Ed). Blackwell Publishing. Oxford.
- Dimmock NJ, Easton AJ, Leppard KN. 2016. Introduction to modern virology. (7th Ed). Blackwell Publishing. Oxford.
- Collier L, Kellam Pm Oxford J. 2016. Human virology. (5th Ed). Oxford University Press. Oxford.
- Shors T. 2009. VIRUS. ESTUDIO MOLECULAR CON ORIENTACION CLINICA. Editorial PANAMERICANA. Bogotá-Madrid.
- Louten J. 2016. Essential human virology. Elsevier

**Llibres complementaris:**

**- The Prokaryotes.**

Rosenberg E, DeLong EF, Lory S, Stackebrandt E, Thompson F (Editors). 2013-14. The Prokaryotes. Fourth Edition. 11 vol. Springer, New York.

- Volume 1: The Prokaryotes: Prokaryotic Biology and Symbiotic Associations
- Volume 2: The Prokaryotes: Applied Bacteriology and Biotechnology
- Volume 3: The Prokaryotes: Prokaryotic Physiology and Biochemistry
- Volume 4: The Prokaryotes: Prokaryotic Communities and Ecophysiology
- Volume 5: The Prokaryotes: Medical Microbiology
- Volume 6: The Prokaryotes: Alphaproteobacteria and Betaproteobacteria
- Volume 7: The Prokaryotes: Firmicutes and Tenericutes
- Volume 8: The Prokaryotes: Actinobacteria
- Volume 9: The Prokaryotes: Gammaproteobacteria
- Volume 10: The Prokaryotes: Deltaproteobacteria and Epsilonproteobacteria
- Volume 11: The Prokaryotes: Other Major Lineages of Bacteria and the Archaea

**- Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology**

Garrity G (Ed.) 2001-2012. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Second Edition. 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: Tthe 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). 2012. Volume 5: The Actinobacteria. Springer, New York.

**- Bergey's Manual® of Systematics of Archaea and Bacteria**

Whitman WB (Ed.). 2015. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria (digital Ed.). First Edition. John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781118960608

(<http://wileyonlinelibrary.com/ref/bergeysmanual>)

**- 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>