FITXA IDENTIFICATIVA

Dades de l'Assignatura

Codi	33130
Nom	Microbiologia
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	9.0
Curs acadèmic	2024 - 2025

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
1109 - Grau en Bioquímica i Ciències Biomèdiques	Facultat de Ciències Biològiques	3	Anual

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1109 - Grau en Bioquímica i Ciències Biomèdiques	6 - Microbiologia	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
AMARO GONZALEZ, CARMEN	275 - Microbiologia i Ecologia
MATEO TOLOSA, JOSE JUAN	275 - Microbiologia i Ecologia

RESUM

La Microbiologia és la ciència que estudia els microorganismes, un nombrós conjunt d'organismes incloent organismes d'organització procariótica (dominis Archaea i Bacteria), organismes amb organització eucariota inclosos en el domini Eukarya en els regnes Protista (Protozous i Algues) i Fungi (llevats, fong filamentosos). A banda de tots aquests essers vius, la Microbiologia afegeix l'estudi dels virus. Per tant, el material que constitueix el tema d'estudi de la Microbiologia és extraordinàriament ampli, estimant que la biosfera conté entre 10^{30} i 10^{31} genomes microbians.

Aquesta multitud de microorganismes exerceix un paper central en el conjunt de la vida a la Terra. Malgrat ser les formes de vida més petites, constitueixen en conjunt la major biomassa sobre el planeta i realitzen nombrosos processos químics que són necessaris per a altres organismes. Els microbis controlen la utilització global del nitrogen, dirigeixen els cicles biogeoquímics del sofre, ferro i manganès, i intervenen decisivament en altres, com el del carboni. Regulen la composició de l' atmosfera, influeixen en el clima, reciclen nutrients i descomponen compostos contaminants. Ocupen tots els hàbitats possibles i altres gairebé impossibles per a la vida al nostre planeta. Sense microbis, la vida pluricel.lular sobre el

nostre planeta no hauria evolucionat, i la vida com la coneixem no hauria estat possible. En el cos humà hi ha aproximadament 10 vegades tantes cèl.lules bacterianes com cèl.lules humanes, en bona part "som bacteris". També hi ha altres microorganismes, els patògens, que colonitzen, envaeixen i danyen els animals (incloent evidentment l' ésser humà) i plantes. De fet, les malalties causades per microorganismes continuen sent un elevat percentatge de les malalties, a vegades fatals, de l' home i animals.
Com a ciència biològica bàsica, la Microbiologia proporciona i desenvolupa eines per tal d' investigar els processos fonamentals de la vida. Cal tenir en compte que els microorganismes es poden cultivar al laboratori fins a obtenir densitats de població molt altes, el que els fa excel.lents models per a comprendre processos cel.lulars, fins i tot en organismes multicel.lulars. Com a ciència biològica aplicada, la Microbiologia tracta de molts assumptes pràctics importants en la medicina, l'agricultura i la indústria.
L'assignatura Microbiologia del 3º curs del Grau en Bioquímica i Ciències Biomèdiques, inclou 22 temes en els quals es pretén que els alumnes adquireixin els coneixements bàsics sobre la diversitat, estructura, funció, metabolisme, creixement, genètica i sistemàtica dels microorganismes, principalment els de tipus procariota. A més a més, s'inclouen temes per tal de conèixer els diferents tipus de virus, els seus elements estructurals i les seves interaccions amb les cèl.lules que parasiten. Finalment, i segon les característiques del Grau, un part important de l'assignatura es dedica a la Microbiologia clínica, amb temes en els quals s'estudiaran microorganismes patògens, els seus factors de virulència, control i epidemiologia.
A més de la part teòrica la Microbiologia, com la resta d' àrees de coneixement de desenvolupament basat en l'experimentació, te una part pràctica essencial en el seu aprenentatge. Els coneixements pràctics fan que l'alumne pugui, en un futur, desenvolupar plenament la seva professió. Així doncs, el temari teòric es completa amb unes pràctiques desenvolupades en 16 sessions de 2 hores que introdueixen a l'alumne en el laboratori de Microbiologia.

CONEIXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENENTATGE (RD 822/2021)

1101 - Grau Bioquímica i Biomèdiques

- Distingir i identificar els distints tipus de microorganismes situant-los en el context dels éssers vius.
- Conèixer la biologia dels microorganismes en els aspectes estructurals, metabòlics, genètics, ecològics, taxonòmics, evolutius i aplicats.

- Conèixer els camps d'aplicació i la projecció social present i futura de la microbiologia.
- Comprendre les bases teòriques dels mètodes microbiològics i adquirir les habilitats manuals necessàries per al maneig correcte dels materials i l'instrumental propis de la microbiologia.
- Conèixer les fonts documentals de la microbiologia, posant una atenció especial en els textos bàsics i en les fonts accessibles mitjançant xarxes informàtiques.

RESULTATS D'APRENENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)

- Coneixer i aplicar correctament el vocabulari i la terminologia específica de la Microbiologia.
- Adquirir el coneixements bàsics sobre la Microbiologia com a disciplina científica: teories, mètodes, història i tendencies actuals.
- Relacionar la Microbiologia amb la resta de disciplines biològiques- i no biològiques- que estan cursant-se en el Grau
- Adquirir els coneixements bàsics sobre la biologia dels microorganismes en els seus aspectes estructurals, matabòlics, genètics, taxonòmics i patològics
- Distingir i identificar els diferents tipus biològics objecte d'estudi, situant-les en el context dels essers vius
- Conéixer els camps d'aplicació i la projecció social present i futura de la Microbiologia
- Comprendre les bases teòriques dels mètodes microbiològics i els fonaments de la seva aplicació
- Adquirir i desenvolupar les habilitats manuals necessaries per a la correcta manipulació dels materials i instruments propis de la Microbiologia
- Dominar les tècniques microbiològiques bàsiques pròpies del laboratori de Microbiologia, amb espècial atenció a les tècniques d'asèpsia asepsia, esterilització, cultiu, aïllamente, visualització i identificació dels tipus bàsics de microorganismes
- Ser capaç de detectar errors de plantejament o procedimient comesos durant el treball en el laboratori i discernir l'abast que tals errors podrien tenir sobre els resultats
- Coneixer i saber utiltzar fonts documental de tots elstipus de la Microbiologia, especialment els textos bàsics d'àmplia acceptació internacional i també les fonts accesibles mitjançant xarxes informàtiques
- Adquirir la base de coneixements necessària per a cursar altres assignatures d'especialització en Microbiologia
- Desenvolupar la capcitat pel treball en grup i per abordar la resolució de problemes de forma col.lectiva
- Desenvolupar la capacitat per a l'argumentació fonamentada i la crítica racional sobre la informació científica, en l'àmbit académic i en la societat, especialment en els mitjans de comunicació
- Desenvolupar la capacitat per a la comunicació oral i escrita dels coneixements adquirits, fen ús de les tècniques adequades per a que la comunicaió i el intercanvi siguin eficients
- Adquisició de la conciència social i professional sobre els aspectes de interés general susceptibles de ser afectats pel treball del biòleg/bioquímic

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Introducció: concepte de Microbiologia i desenvolupament històric

Es pretén que lalumne adquireix el concepte de microorganisme i reconegui els tipus dessers vius que inclou aquest concepte, que reva una visió general i senzilla del desenvolupament de la Microbiologia, i de la seva importància en Biologia.

Tema 1. Concepte de Microbiologia. Desenvolupament històric. Les divisions primàries en tre microorganismes: aproximació històrica. Diferències bàsiques entre microorganismes: virus, bacteris, fongs i protozous.

2. Estructura i funció de la cèl.lula procariòtica

En aquesta unitat temàtica els alumnes adquiriran coneixements sobre la complexitat de la cèllula procariota, per la qual cosa es descriuen les principals estructures procariòtiques, mostrant les diferències en bacteris i arquees. També sestudiaran les funcions lligades a cada component o estructura cellular. El bloc temàtic es divideix en 4 temes en els que sagrupen les diferents estructures cellulars segon les seves funcions en la cèllula (protecció, mobilitat, latència, adherència, reserva i emmagatzemament) i finalitza amb un tema (Tema 5) en el qual sintrodueix la complexitat dels cicles de vida en alguns bacteris.

Tema 2. Cèl·lula procariota: forma i mida. Membrana citoplàsmica: funcions de la membrana procariota. Paret cel·lular de Bacteri: estructura, composició i biosíntesi. Creixement de la paret i els agents que l'afectat. Paret de gramnegatius. Paret de grampositius. Paret de micobacteris. Sistemes de secreció. Estructures d'adherència: càpsules, fímbries.

Tema 3. Citoplasma bacterià. Materials de reserva i altres inclusions citoplàsmiques. Ribosomes. Nucleoide i plasmidis. Endospores bacterianes: formació, germinació i regulació del procés

Tema 4. Estructures relacionades amb la mobilitat. Flagels bacterians: estructura i mecanisme de mobilitat. Mobilitat de les espiroquetes. Mobilitat per lliscament. Altres estructures relacionades amb la mobilitat: vacúols de gas i magnetosomes. Tactismes: bases moleculars. Regulació per sistemes de dos components. Biofilms.

Tema 5. Arquees. Tipus. Diferències respecte a bacteris. Habitats. Importància

3. Creixement microbià i influència de factors ambientals

En aquesta unitat es descriu el creixement de les poblacions microbianes i els paràmetres que el defineixen (Tema 6). Sanalitza la influència de paràmetres físico-químics en la distribució de les poblacions microbianes i les adaptacions daquestes poblacions a ambients extrems (Tema 7).

Tema 6. Diferenciació estructural i/o funcional en procariotes. Bacteris unicel·lulars: creixement i divisió, processos implicats. Bacteris filamentosos i micel·lials. Cicles de vida representatius. Percepció de senyals. Creixement microbià: paràmetres bàsics. Corba de creixement en ambients tancats: fases. Creixement en funció de la concentració de nutrients. Cultiu continu. Quimiòstat

Tema 7. Influència dels factors físico-químics en el creixement. Temperatura. Disponibilitat daigua. pH. Oxigen i radiacions. Ambients extrems. Inhibidors orgànics i inorgànics del creixement microbià. Antisèptics i desinfectants.

4. Nutrició i metabolisme

El bloc consta de 3 temes, els continguts dels quals permetran introduir a lalumne en la gran varietat de tipus fisiològics o modalitats tròfiques que mostren els bacteris. També sestabliran les diferències entre els processos metabòlics dobtenció denergia presents en bacteris i comuns amb altres essers vius i aquells exclusius de procariotas (com la fotosíntesi anaròbia o la quimiolitotrofia).
Tema 8. Principis de nutrició i cultiu microbians. Metabolisme microbià: Fluxos denergia, poder reductor i metabòlits precursors. Tipus nutricionals
Tema 9. Obtenció de carboni: vies degradatives. Obtenció denergia: respiració aeròbia i anaeròbia: metanogènesi. Obtenció denergia: fermentacions
Tema 10. Reaccions de proveïment en autòtrofs. Generació de metabòlits precursors: diversitat de rutes autotròfiques. Generació d'ATP i poder reductor en fotoautòtrofs: fotosíntesi oxigènica i anoxigènica. Rodospsines bacterianes. Generació d'ATP i poder reductor en quimiolitòtrofs

5. Diversitat procariòtica

La unitat temàtica 5 conté un únic tema (Tema 11) en el qual es tracta de la classificació dels microorganismes, les seves taxonomia i filogènia i els mètodes per a realitzar ambdós tipus danàlisi. A més a més , sestudia la diversitat procariòtica.
Tema 11. Evolució microbiana i Sistemàtica. Diversitat funcional de bacteris (alguns grups): fototrofs; bacteris del cicle del nitrogen i del ferro; bacteris depredadors i bioluminiscents; patògens; productors d'antibiòtics. Diversitat funcional d'arquees (alguns grups); Euryarchaeota; Chrenarchaeota. Evolució i vida a altes temperatures.

6. Genètica i virologia

El bloc temàtic 6 consta de tres temes. El tema 12 descriu els mecanismes principals de transferència genètica horitzontal en procariotes i la seva importància en l'evolució dels patògens. El tema 13 i el 14 es dediquen als virus. El tema 13 tracta sobre generalitats sobre virus i al 14 es tracten els cicles de vida dels principals virus bacterians i humans, en aquest darrer cas relacionant-los amb les malalties que produeixen.
Tema 12. Transferència genètica en procariotes: tipus i elements genètics mòbils (EGM); transformació, transducció i conjugació. Importància dels EGM a l'evolució dels patògens. Mecanismes que preserven la integritat del genoma en procariotes: defenses en membrana i paret i citoplàsmiques.
Tema 13. Naturalesa dels virus. Què és un virus? Estructura del virió. Genoma i evolució Cultiu, detecció i recompte de virus. Generalitats sobre els cicles de vida virals.
Tema 14. Fags: receptors, entrada i conseqüències de la infecció; fags de DNA; fags de RNA. Virus animals: conseqüències de la infecció amb un virus anima: virus de DNA; virus d'RNA; virus amb transcriptasa inversa. Viroides i prions.

7. Malaties microbianes. Diagnòstic, control i epidemiologia

l bloc 7 tracta sobre les relacions host patogen que desemboquen en malalties, el microbioma i el tractament de les malalties infeccioses. El tema 15 se centra en el microbioma humà i les malalties causades per disbiosi i descriu els mecanismes de patogènesi microbians. El tema 16 tracta sobre els antimicrobians i les resistències. El tema 17 introdueix la ciència de l'epidemiologia i els temes següents tracten sobre les malalties principals causades per virus, bacteris i fongs.

Tema 15. Microbioma humà: Microbiota. Malalties causades per disbiosi. Modulació: antibiòtics, probiòtics i prebiòtics. Infecció i patogènesi: adherència; multiplicació i invasió i dany als teixits

Tema 16. Antimicrobians. Definició i tipus. Característiques i espectre dacció. Agents antibacterians: antibiòtics; tipus per diana dactuació i resistències; gènesi i transferència de resistències; superbacteris i nous antibacterians; teràpies alternatives. Agents antifúngics. Agents antivirals

Tema 17. Epidemiologia i Salut Pública. Conceptes. Transmissió i reservoris. Comunitat de hostes i immunitat de grup. Característiques de les malalties epidèmiques. Malalties globals. Malalties emergents. Bioterrorisme.

Tema 18. Malalties víriques. Transmeses per l'aire: xarampió, rubèola i varicel·la-zòster; refredat comú; grip; Per contacte i altres rutes; hepatitis; ebola; MTS; HIV. Per animals; ràbia. Per un vector: febre groga i dengue

Tema 19. Malalties bacterianes. Transmeses per l'aire: diftèria i tosferina; tuberculosi; meningitis. Per contacte: lepra; MTS; gonorrea; sífilis. Associades a terra: carboncle. Associades a aigua i aliments: còlera.

Tema 20. Malalties parasitàries i fúngiques. Fongs patògens, malalties i tractaments: micosi. Malalties parasitàries gastrointestinals: amebiasi i giardiasi. De la sang i teixits interns: malària o paludisme.

8. Pràctiques de Microbiologia

En aquest bloc temàtic es detallen les pràctiques que es desenvoluparan al llarg de 8 setmanes, a raó de dues sessions setmanals de 2 hores. Els continguts de les pràctiques detallades a continuació, introdueixen l'alumne al laboratori de Microbiologia, i complementen la teoria impartida

Pràctica 1. Normes de treball al laboratori de Microbiologia. Mètodes d'esterilització.

Pràctica 2. Maneig de microorganismes en condicions asèptiques. Tècniques d'inoculació.

Pràctica 3. Obtenció de cultius purs microbians. Característiques del creixement colonial.

Pràctica 4. Nutrició i cultiu microbians: tipus de medis de cultiu segons les seves característiques nutricionals i fisicoquímiques.

Pràctica 5. Cultiu de bacteris i fongs. Medis selectius i diferencials.

Pràctica 6. Visualització de microorganismes amb microscòpia òptica. Tincions simples i diferencials (gram, espores, àcid alcohol resistència).

Pràctica 7. Recomptes de microorganismes totals i viables: recompte microscòpic en càmera, recompte en placa per extensió, recomptes per filtració en membrana.

Pràctica 8. Cultiu i enumeració de bacteriòfags.

Pràctica 9. Sensibilitat a antimicrobians: antibiograma.

Pràctica 10. Detecció d'activitats microbianes: enzims extracel, activitat oxidativa i fermentativa sobre carbohidrats, rutes fermentatives

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	56,00	100
Pràctiques en laboratori	32,00	100
Tutories reglades	2,00	100
Assistència a esdeveniments i activitats externes	3,00	0
Elaboració de treballs en grup	8,00	0
Estudi i treball autònom	100,00	0
Lectures de material complementari	8,00	0
Preparació de classes de teoria	8,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	8,00	0
TOTAL	**225,00**	

METODOLOGIA DOCENT

El desenvolupament de l'assignatura s'estructura en:
Classe de teoria: En total seran necessàries 49 sessions d'una hora per cobrir aquesta faceta docent. En les classes de teoria es farà servir bàsicament la classe magistral. El professor presentarà els continguts més rellevants de l'assignatura, utilitzant els mitjans audiovisuals necessaris per al desenvolupament àgil i coherent de les mateixes. El professor deixarà accessible amb suficient antelació a la plataforma de suport a la docència Aula Virtual, el material necessari per al correcte seguiment de les classes de teoria.
Anàlisi crítica d'articles científics seleccionats pels professors de la matèria. Aquesta activitat pretén un entrenament de l'estudiant en la lectura de treballs científics (el que necessàriament implica lectura en anglès tècnic), apropant-lo a la literatura científica original de la qual s'obtenen nous coneixements que permeten el desenvolupament i avanç de les ciències biomèdiques. Aquesta activitat, de caràcter obligatori, serà organitzada de forma conjunta amb la resta d'assignatures de tercer curs, corresponent a cada assignatura entre 3 i 6 articles, segons el nombre de crèdits. La preparació, exposició i debat (durant 30 minuts) dels articles es realitzarà en grups de 2 alumnes i serà supervisada pel professor mitjançant les tutories.
Sessions pràctiques de laboratori: Setze sessions de pràctiques de laboratori a desenvolupar durant vuit setmanes, per a la realització del programa de pràctiques dalt indicat, prèvia lectura del quadern de pràctiques, facilitat pel professor amb anterioritat. L'assistència a les sessions pràctiques és obligatòria per a tots els estudiants i la no assistència a dues o més sessions inhabilita l'estudiant per superar aquesta part de l'assignatura. Les faltes, fins a un màxim de tres, han de ser justificades adequadament. Atès que al llarg de les sessions de pràctiques es procedeix a l'avaluació continuada de les destreses adquirides pels estudiants, la no assistència a tres o més sessions de pràctiques obligarà l'estudiant a realitzar un examen pràctic addicional en el laboratori que ha de ser aprovat per superar l'assignatura.
Tutories: Una tutoria de grup centrades en la resolució de casos pràctics i / o problemes que requereixen aplicar els coneixements adquirits. El nombre i quantitat de tutories personals que cada estudiant vulgui demanar, previ acord amb la professora.

AVALUACIÓ

La qualificació numèrica dels coneixements i habilitats adquirits haurà d'establir-acollint-se a mètodes que permetin una mesura comparable i objectiva d'aquests, amb registre de resultats, el que implica la qualificació de proves escrites i, si s'escau, de treballs elaborats pel estudiant.

Hi haurà dos parcials al final de cada quadrimestre i caldrà obtenir un 5.0 de mitjana entre els dos parcials per superar la part teòrica de lassignatura.

- La qualificació de teoria es podrà incrementar fins a un 10% en funció de la realització de tasques extres proposades pel professor.

- Assistència a classe del professor: opcional
PRÀCTIQUES: 30 punts sobre 100.
- Assistència obligatòria: dóna dret a examen (mínim 14 / 16 sessions).
- Examen pràctiques: fins a 30 punts (mínim 15 punts: l'avaluació de pràctiques s'ha de superar de manera independent a la de teoria).

- La qualificació de pràctiques podrà incrementar-se fins a un 10% en funció de la realització de tasques extres proposades pel professor.

ANÀLISI CRÍTICA D'ARTICLES CIENTÍFICS: 5 punts sobre 100
- Assistència obligatòria
- Per a l'avaluació d'aquesta activitat es tindran en compte els següents criteris de valoració: coneixement i comprensió de la informació continguda en els articles, ús correcte de la terminologia i capacitat d'expressió oral. També podrà valorar la integració amb altres continguts teòrics i pràctics d'aquesta o altres assignatures del grau. Es podrà obtenir una puntuació màxima de 10 punts, sent necessaris 5 punts per superar aquesta activitat. La qualificació obtinguda representarà el 5% de la nota final de cadascuna de les assignatures de tercer curs participants en aquesta activitat. Si l'alumne no arriba a la nota mínima exigida, suspendrà l'assignatura en la qual realitza aquesta activitat. Així mateix, la participació de la resta d'alumnes en les sessions d'exposició i debat, podrà ser tinguda en compte pel professor per modular la nota final de l'assignatura.
- Per aprovar l'assignatura serà imprescindible assistir a les classes pràctiques.

- Un cop superada cadascuna de les parts dalt indicades de l'avaluació, la qualificació obtinguda es conservarà fins a la segona convocatòria (juliol) si alguna de les altres parts no fos superada en primera convocatòria. Hi haurà, per tant, un examen de teoria i un examen de pràctiques en segona convocatòria. Els estudiants de segona matrícula (repetidors), que hagin realitzat el nombre mínim necessari de sessions pràctiques en el curs immediatament anterior podran, si així ho decideixen, no assistir a les classes presencials al laboratori, i podran conservar la qualificació de l'examen pràctic que hagin aprovat, sempre que l'acrediti el professor responsable del curs passat. Aquesta acreditació s'ha de lliurar durant el mes de febrer del curs actual. La resta d'activitats avaluables de la matèria (exàmens de teoria) hauran de realitzar en la seva integritat.

REFERÈNCIES

Bàsiques

- Prescotts Microbiology. Willey, J.M., L.M. Sherwood % C.J. Woolverton. 9th ed. McGraw Hill Education. 2015
Un texto muy completo en cobertura para el nivel de la asignatura.

Brock- Biología de los Microorganismos. Madigan, M.T., J.M Martinko, K.S. Bender, D.H. Buckley & D.A. Stahl. 14ª ed. Pearson. Adison Wesley. 2015.
Es la traducción de un clásico de la Microbiología, en constante renovación.

Microbe. 2006. Schaechter, M., J.L. Ingraham & F.C. Neidhard. 1st ed. ASM Pressw. Whashington DC.

Presenta una visión más condensada y generalista del mundo microbiano que los anteriores. El texto trata con menor detalle ciertos apartados que en los anteriores son desarrollados en extenso, pero ofrece la información esencial del mundo microbiano de un modo excelente. Hay traducción al catalán.

Complementàries

- SLONCZEWSKI, J. L. & J.W. FOSTER. 2009. Microbiology: an evolving science. 1st ed. W.W. Norton. New York. London.
WILSON, B.L., SALYERS, A.A., WHITT, D.D. & M. E. WINKLER. 2011. Bacterial pathogenesis. A molecular approach. 3ª ed. ASM Press.
BARTON, L.L. 2005. Structural and functional relationships in prokaryotes. Springer. New York.
BALOWS A., H.G. TRÜPER, M. DWORKIN, W. HARDER & K.H. SCHLEIFER (eds). The Prokaryotes. (on line)
SINGLETON, P. & D. SAINSBURY. (2001). Dictionary of Microbiology and Molecular Biology. 3rd ed. Wiley.
SCHLEGEL, H.G. & C. ZABOROSH. 1997. Microbiología General. Omega S.A. Barcelona.
NEIDHARDT, F.C.; J.L. INGRAHAM & M. SCHAETER. 1990. Physiology of the bacterial cell. A molecular approach. Sinauer Ass. Inc. Pub. Sunderland, Mass.
STANIER, R.Y.; J.L. INGRAHAM, M.L. WHEELIS & P.R. PAINTER. 1986. The Microbial World. 4ª ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
SNYDER, L. & W. CHAMPNESS. 1997. Molecular Genetics of Bacteria. ASM Press. Washington DC.
GOTTSCHALK, G. 1986. Bacterial Metabolism. 2ª ed. Springer-Verlag. New York.
TORTORA, G.J., FUNKE, B.R. Y CASE C.L. 2007. Introducción a la Microbiología, 9ª ed. Médica Panamericana. Madrid.