

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	33130
Nombre	Microbiología
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	9.0
Curso académico	2022 - 2023

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1109 - Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas	Facultad de Ciencias Biológicas	3	Anual

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1109 - Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas	6 - Microbiología	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
AMARO GONZALEZ, CARMEN	275 - Microbiología y Ecología
MATEO TOLOSA, JOSE JUAN	275 - Microbiología y Ecología

RESUMEN

La Microbiología es la ciencia que estudia los microorganismos, un numeroso conjunto de organismos incluyendo microorganismos con organización procariota (dominios Archaea y Bacteria), a los microorganismos con organización eucariota incluidos en el dominio Eucarya, que están en el reino Protista (Protozoos y Algas) y Fungi (levaduras, hongos filamentosos). Además de a todos estos seres vivos, la Microbiología incluye también el estudio de los virus. De este modo, el material que constituye el tema de estudio de la Microbiología es extraordinariamente amplío, de hecho se estima que la biosfera contiene entre 10^{30} y 10^{31} genomas microbianos.

Esta multitud de microorganismos desempeña un papel central en el conjunto de la vida en la Tierra. Aunque son las formas de vida más pequeñas, constituyen en conjunto la mayor biomasa sobre el planeta y realizan numerosos procesos químicos que son necesarios para otros organismos. Los microbios controlan la utilización global del nitrógeno, dirigen los ciclos biogeoquímicos del azufre, hierro y manganeso, e intervienen decisivamente en otros, como el del carbono. Regulan la composición de la atmósfera, influyen en el clima, reciclan nutrientes y descomponen compuestos contaminantes. Ocupan todos los hábitats posibles y otros casi imposibles para la vida en nuestro planeta. Sin microbios, la vida



pluricelular sobre nuestro planeta no habría evolucionado, y la vida como la conocemos no habría sido posible. En el cuerpo humano hay aproximadamente 10 veces tantas células bacterianas como células humanas, en buena parte “somos bacterias”. También existen otros microorganismos, los patógenos, que colonizan, invaden y dañan a los animales (incluyendo evidentemente al ser humano) y plantas. De hecho, las enfermedades causadas por microorganismos continúan siendo un elevado porcentaje de las enfermedades, a veces fatales, del hombre y animales.

Como ciencia biológica básica, la Microbiología proporciona y desarrolla herramientas para investigar los procesos fundamentales de la vida. Hay que tener en cuenta que los microorganismos pueden cultivarse en el laboratorio hasta obtener densidades de población muy altas, lo que les hace excelentes modelos para comprender procesos celulares, incluso en organismos multicelulares. Como ciencia biológica aplicada, la Microbiología trata de muchos asuntos prácticos importantes en la medicina, la agricultura y la industria.

Así, la asignatura Microbiología del 3º curso del Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas incluye 22 temas en los que se trata de que los alumnos adquieran los conocimientos básicos sobre la diversidad, estructura, función, metabolismo, crecimiento, genética y sistemática de los microorganismos, principalmente de tipo procariota. Además, se incluyen temas para conocer los diferentes grupos de virus, sus elementos estructurales y sus interacciones con las células que parasitan. Finalmente, dadas las características del Grado, una parte importante de la asignatura se dedica a la Microbiología clínica, con temas en los que se estudiarán microorganismos patógenos, sus factores de virulencia, control y epidemiología.

Además de la parte teórica, en Microbiología como en cualquier área de conocimiento cuyo desarrollo se basa en la experimentación, la parte práctica es esencial en el aprendizaje de la misma, ya que la adquisición de los conocimientos prácticos son los que realmente hacen que el alumno pueda, en un futuro, desarrollar con plenitud su profesión. Así, el temario teórico se completa con unas prácticas desarrolladas en 16 sesiones de 2 horas que introducen al alumno al laboratorio de Microbiología, y complementan la teoría impartida.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

1101 - Grado en Bioquímica y Biomédicas

- Distinguir e identificar los distintos tipos de microorganismos, situándolos en el contexto de los seres vivos.



- Conocer la biología de los microorganismos en sus aspectos estructurales, metabólicos, genéticos, ecológicos, taxonómicos, evolutivos y aplicados.
- Conocer los campos de aplicación y la proyección social presente y futura de la microbiología.
- Comprender las bases teóricas de los métodos microbiológicos y adquirir las habilidades manuales necesarias para el correcto manejo de los materiales e instrumental propios de la microbiología.
- Conocer las fuentes documentales de la microbiología, con especial atención a los textos básicos y también a las fuentes accesibles mediante redes informáticas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

- Conocer y aplicar correctamente el vocabulario y la terminología específica de la Microbiología.
- Adquirir los conocimientos básicos sobre la Microbiología como disciplina científica: teorías, métodos, historia y tendencias actuales.
- Relacionar la Microbiología con el resto de disciplinas biológicas –y no biológicas- que se están cursando en el Grado.
- Adquirir los conocimientos básicos sobre la biología de los microorganismos en sus aspectos estructurales, metabólicos, genéticos, taxonómicos y patológicos.
- Distinguir e identificar los distintos tipos biológicos objeto de estudio, situándolos en el contexto de los seres vivos.
- Conocer los campos de aplicación y la proyección social presente y futura de la Microbiología
- Comprender las bases teóricas de los métodos microbiológicos y los fundamentos de su aplicación.
- Adquirir y desarrollar las habilidades manuales necesarias para el correcto manejo de los materiales e instrumental propios de la Microbiología.
- Dominar las técnicas microbiológicas básicas propias del laboratorio de Microbiología con especial atención a las técnicas de asepsia, esterilización, cultivo, aislamiento, visualización e identificación de los tipos básicos de microorganismos.
- Ser capaz de detectar los errores de planteamiento o procedimiento cometidos durante el trabajo en el laboratorio, y discernir el alcance que sobre los resultados tendrán los fallos cometidos.
- Conocer y saber manejar las fuentes documentales de todo tipo de la Microbiología, con especial atención a los textos básicos de amplia aceptación internacional y también a las fuentes accesibles mediante redes informáticas.
- Adquirir la base de conocimientos necesaria para cursar otras asignaturas de especialización en Microbiología.
- Desarrollar la capacidad para el trabajo en grupo y para abordar la resolución de problemas de forma colectiva.
- Desarrollar la capacidad para la argumentación fundamentada y la crítica racional sobre la información científica, tanto en el ámbito académico como en la sociedad, con especial atención a los medios de comunicación.
- Desarrollar la capacidad para la comunicación oral y escrita de los conocimientos adquiridos, haciendo uso de las técnicas adecuadas para que dicha comunicación e intercambio sean eficientes.
- Adquisición de la conciencia social y profesional sobre los aspectos de interés general susceptibles de ser afectados por el trabajo del biólogo.



DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Introducción: concepto de microbiología y desarrollo histórico

Se pretende que el alumno adquiera el concepto de microorganismo, y reconozca los tipos de seres vivos que engloba este concepto, que reciba una visión general y sencilla del desarrollo de la Microbiología, junto con su importancia dentro de la Biología.

Temas incluidos:

Tema 1. Concepto de Microbiología. Desarrollo histórico. Las divisiones primarias entre microorganismos: aproximación histórica. Diferencias básicas entre microorganismos: virus, bacterias, hongos y protistas

2. Estructura y función de la célula procariótica

En esta unidad temática los alumnos adquirirán conocimientos sobre la complejidad de la célula procariota, para lo cual se describen las principales estructuras procariotas, estableciendo las diferencias encontradas en bacterias y arqueas. Así mismo, se estudiarán las funciones ligadas a cada componente o estructura celular. Este bloque temático se divide en 4 temas en los que se han agrupado las diferentes estructuras celulares en base a sus funciones en la célula (protección, movilidad, latencia, adherencia, reserva) y finaliza con un tema (Tema 5) en el que se introduce la complejidad de los ciclos de vida de algunas bacterias.

Temas:

Tema 2. Célula procariota: forma y tamaño. Membrana citoplásmica: funciones de la membrana procariota. Pared celular de Bacteria: estructura, composición y biosíntesis. Crecimiento de la pared y agentes que el afectado. Pared de gramnegativos. Pared de grampositivos. Pared de micobacterias. Sistemas de secreción. Estructuras de adherencia: cápsulas, fimbrias.

Tema 3. Citoplasma bacteriano. Materiales de reserva y otras inclusiones citoplásmicas. Ribosomas. Nucleoide y plásmidos. Endosporas bacterianas: formación, germinación y regulación del proceso

Tema 4. Estructuras relacionadas con la movilidad. Flagelos bacterianos: estructura y mecanismo de movilidad. Movilidad de las espiroquetas. Movilidad por deslizamiento. Otras estructuras relacionadas con la movilidad: vacuolas de gas y magnetosomas. Tactismos: bases moleculares. Regulación por sistemas de dos componentes. Biofilms.

Tema 5. Arqueas. Tipos. Diferencias respecto a bacterias. Habitats. Importancia

3. Crecimiento microbiano e influencia de factores ambientales

En esta unidad se describe el crecimiento de las poblaciones microbianas y los parámetros que lo definen (Tema 6). Así mismo, se analiza la influencia de parámetros físico-químicos en la distribución de las poblaciones microbianas y las adaptaciones de dichas poblaciones a ambientes extremos (Tema 7).

Temas:

Tema 6. Diferenciación estructural y/o funcional en procariotas. Bacterias unicelulares: crecimiento y división, procesos implicados. Bacterias filamentosas y miceliales. Ciclos de vida representativos. Percepción de señales. Crecimiento microbiano: parámetros básicos. Curva de crecimiento en ambientes cerrados: fases. Crecimiento en función de la concentración de nutrientes. Cultivo continuo.



Quimiostato.

Tema 7. Influencia de los factores fisicoquímicos en el crecimiento microbiano. Temperatura. Actividad de agua. pH. Oxígeno y radiaciones. Ambientes extremos. Inhibidores orgánicos e inorgánicos del crecimiento microbiano. Antisépticos y desinfectantes

4. Nutrición y metabolismo

Este bloque consta de 3 temas cuyos contenidos permitirán introducir al alumno en la gran variedad de tipos fisiológicos o modalidades tróficas que presentan las bacterias, así como establecer las bases diferenciales entre los distintos procesos metabólicos de obtención de energía, presentes en bacterias y comunes con otros seres vivos y aquellos exclusivos de bacterias (como la fotosíntesis anaerobia o la quimiolitotrofia).

Temas:

Tema 8. Principios de nutrición y cultivo microbianos. Metabolismo microbiano: Flujos de energía, poder reductor y metabolitos precursores. Tipos nutricionales

Tema 9. Obtención de carbono: vías degradativas. Obtención de energía: respiración aerobia y anaerobia: metanogénesis. Obtención de energía: fermentaciones

Tema 10. Reacciones de abastecimiento en autótrofos. Generación de metabolitos precursores: diversidad de rutas autotróficas. Generación de ATP y poder reductor en fotoautótrofos: fotosíntesis oxigénica y anoxigénica. Rodospinas bacterianas. Generación de ATP y poder reductor en quimiolitótrofos

5. Diversidad procariótica

La unidad temática 5 contiene un único tema (Tema 11), en el que se trata la clasificación de los microorganismos, su taxonomía y filogenia, incluyendo los métodos para realizar ambos tipos de análisis. Además se estudia la diversidad procariótica.

Temas:

Tema 11. La clasificación de los microorganismos: problemas intrínsecos. Nomenclatura. Identificación. Diversidad procariótica. Arqueas: Caracteres generales y principales grupos. Bacterias: principales grupos.

6. Genética y virología

El bloque temático 6 consta de 3 temas, en donde se pretende dar las ideas básicas sobre los mecanismos implicados en el intercambio de información genética entre microorganismos (Tema 12). El estudio de la Virología se distribuye en 2 temas; un primer tema (Tema 13) sobre conceptos generales sobre virus, sus componentes estructurales y clasificación. El resto de la Virología impartida se reparte entre los tres tipos básicos de hospedadores posibles; virus bacterianos (bacteriófagos, Tema 13), animales y vegetales (Tema 14). En el Tema 14, se explica los posibles mecanismos de entrada del virus a la célula eucariota, las vías de multiplicación y efectos sobre el hospedador. Igualmente, se explican ciertos modelos de interés, principalmente aquellos que inciden en el ser humano, así como otros elementos acelulares infecciosos.

Temas:

Tema 12. Transferencia horizontal de información genética en procariotas: transformación, conjugación



y transducción.

Tema 13. Los virus: estructura y tipos. Estructura del virión. Cultivo y detección de virus. Cinética de la multiplicación viral. Taxonomía vírica.

Tema 14. Virus de eucariotas. Consecuencias de la infección vírica en células animales. Caracteres generales de los principales grupos. Otros agentes infecciosos acelulares.

7. Enfermedades microbianas. Diagnóstico, control y epidemiología

El bloque temático 7 se dedica al estudio de las enfermedades microbianas, su control y distribución. En este bloque se desarrollan los conceptos de infección y enfermedad, los mecanismos de patogenicidad y las vías de transmisión. A continuación se describen los principales agentes quimioterapéuticos y los mecanismos de resistencia a los mismos. Así mismo, se abordan los sistemas para la identificación de los agentes infecciosos y finalmente se dedican 4 temas al estudio de las principales enfermedades infecciosas humanas, agrupadas por el tipo de microorganismo causal así como a los aspectos básicos de epidemiología.

Temas:

Tema 15. Relaciones hospedador-parásito. Microbiota propia en humanos. Patogenia y virulencia: factores de virulencia. Adhesión, colonización, invasividad. Interacción microbiana con las defensas del hospedador. Toxinas.

Tema 16. Agentes quimioterapéuticos: antibióticos y quimioterápicos de síntesis. Mecanismos de acción. Mecanismos de resistencia a antimicrobianos.

Tema 17. Epidemiología de las enfermedades infecciosas. Terminología y conceptos básicos. Reservorios y transmisión de las enfermedades infecciosas. Patógenos emergentes y reemergentes. Guerra y armas bacteriológicas.

Tema 18. Enfermedades humanas causadas por virus y priones. Enfermedades transmitidas por el aire, por artrópodos, por contacto directo, por alimentos y por el agua. Terapia antivírica.

Tema 19. Enfermedades humanas causadas por bacterias. Enfermedades transmitidas por el aire, por artrópodos, por contacto directo, por alimentos

Tema 20. Enfermedades humanas causadas por hongos y protistas. Enfermedades transmitidas por el aire, por artrópodos, por contacto directo, por alimentos y por el agua. Terapia antiprotozoaria.

8. Prácticas de Microbiología

En este bloque temático se detallan las prácticas que se desarrollarán a lo largo de 8 semanas, a razón de dos sesiones semanales de 2 horas. Los contenidos de las prácticas detalladas a continuación, introducen al alumno al laboratorio de Microbiología, y complementan la teoría impartida

Práctica 1. Normas de trabajo en el laboratorio de Microbiología. Métodos de esterilización.

Práctica 2. Manejo de microorganismos en condiciones asépticas. Técnicas de inoculación.

Práctica 3. Obtención de cultivos puros microbianos. Características del crecimiento colonial.

Práctica 4. Nutrición y cultivo microbianos: tipos de medios de cultivo según sus características nutricionales y físico-químicas.

Práctica 5. Cultivo de bacterias y hongos. Medios selectivos y diferenciales.

Práctica 6. Visualización de microorganismos con microscopia óptica. Tinciones simples y diferenciales (Gram, esporas, ácido alcohol resistencia).

Práctica 7. Recuentos de microorganismos totales y viables: recuento microscópico en cámara,



recuento en placa por extensión, recuentos por filtración en membrana.

Práctica 8. Cultivo y enumeración de bacteriófagos.

Práctica 9. Sensibilidad a antimicrobianos: antibiograma.

Práctica 10. Detección de actividades microbianas: enzimas extracelulares, actividad oxidativa y fermentativa sobre carbohidratos, rutas fermentativas.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	56,00	100
Prácticas en laboratorio	32,00	100
Tutorías regladas	2,00	100
Asistencia a eventos y actividades externas	3,00	0
Elaboración de trabajos en grupo	8,00	0
Estudio y trabajo autónomo	100,00	0
Lecturas de material complementario	8,00	0
Preparación de clases de teoría	8,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	8,00	0
TOTAL	225,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en:

Clase de teoría: En total serán necesarias 49 sesiones de una hora para cubrir esta faceta docente. En las clases de teoría se empleará básicamente la clase magistral. El profesor presentará los contenidos más relevantes de la asignatura, empleando los medios audiovisuales necesarios para el desarrollo ágil y coherente de las mismas. El profesor dejará accesible con suficiente antelación en la plataforma de apoyo a la docencia Aula Virtual, el material necesario para el correcto seguimiento de las clases de teoría.

Análisis crítico de artículos científicos seleccionados por los profesores de la materia. Dicha actividad pretende un entrenamiento del estudiante en la lectura de trabajos científicos (lo que necesariamente implica lectura en inglés técnico), acercándolo a la literatura científica original de la cual se obtienen nuevos conocimientos que permiten el desarrollo y avance de las ciencias biomédicas. Esta actividad, de carácter obligatorio, será organizada de forma conjunta con el resto de asignaturas de tercer curso, correspondiendo a cada asignatura entre 3 y 6 artículos, según su número de créditos. La preparación, exposición y debate (durante 30 minutos) de los artículos se realizará en grupos de 2 alumnos y será supervisada por el profesor mediante las tutorías.



Sesiones prácticas de laboratorio: Dieciséis sesiones de prácticas de laboratorio a desarrollar durante ocho semanas, para la realización del programa de prácticas arriba indicado, previa lectura del cuadernillo de prácticas, facilitado por el profesor con anterioridad. La asistencia a las sesiones prácticas es **obligatoria** para todos los estudiantes y la no asistencia a dos o más sesiones inhabilitará al estudiante para superar esa parte de la asignatura. Las faltas, hasta un máximo de tres, deben ser justificadas adecuadamente. Dado que a lo largo de las sesiones de prácticas se procede a la evaluación continuada de las destrezas adquiridas por los estudiantes, la no asistencia a tres o más sesiones de prácticas obligará al estudiante a realizar un examen práctico adicional en el laboratorio que deberá ser aprobado para superar la asignatura.

Tutorías: Una tutoría de grupo centradas en la resolución de casos prácticos y/o problemas que requieran aplicar los conocimientos adquiridos. El número y cantidad de tutorías personales que cada estudiante quiera solicitar, previo acuerdo con la profesora.

EVALUACIÓN

La calificación numérica de los conocimientos y habilidades adquiridos habrá de establecerse acogiéndose a métodos que permitan una medida comparable y objetiva de los mismos, con registro de resultados, lo que implica la calificación de pruebas escritas y, en su caso, de trabajos elaborados por el estudiante.

Es necesario para aprobar haber obtenido un mínimo de **50 puntos sobre 100** con la siguiente distribución:

TEORÍA: 65 puntos sobre 100. Mínimo necesario para superar la teoría: 35 puntos, obtenidos del siguiente modo:

- Por parciales.
- Final.

La calificación de teoría podrá incrementarse hasta un 10% en función de la realización de tareas extras propuestas por el profesor.

- Asistencia a clase del profesor: opcional

PRÁCTICAS: 30 puntos sobre 100.

- Asistencia obligatoria: da derecho a examen (mínimo 14/16 sesiones).

- Examen prácticas: hasta 30 puntos (mínimo 15 puntos: la evaluación de prácticas se ha de superar de modo independiente a la de teoría).



- La calificación de prácticas podrá incrementarse hasta un 10% en función de la realización de tareas extras propuestas por el profesor.

ANÁLISIS CRÍTICO DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS: 5 puntos sobre 100

- Asistencia obligatoria
- Para la evaluación de esta actividad se tendrán en cuenta los siguientes criterios de valoración: conocimiento y comprensión de la información contenida en los artículos, uso correcto de la terminología y capacidad de expresión oral. También podrá valorarse la integración con otros contenidos teóricos y prácticos de ésta u otras asignaturas del grado. Se podrá obtener una puntuación máxima de 10 puntos, siendo necesarios 5 puntos para superar esta actividad. La calificación obtenida representará el **5% de la nota final** de cada una de las asignaturas de tercer curso participantes en esta actividad. Si el alumno no alcanza la nota mínima exigida, suspenderá la asignatura en la cual realiza dicha actividad. Así mismo, la participación del resto de alumnos en las sesiones de exposición y debate, podrá ser tenida en cuenta por el profesor para modular la nota final de la asignatura.

Para aprobar la asignatura será imprescindible asistir a las clases prácticas.

- Una vez superada cada una de las partes arriba indicadas de la evaluación, la calificación obtenida se conservará hasta la **segunda convocatoria** (julio) si alguna de las otras partes no fuera superada en primera convocatoria. Habrá, por lo tanto, un examen de teoría y un examen de prácticas en segunda convocatoria.
- Los estudiantes de **segunda matrícula** (repetidores), que hubieran realizado el número mínimo necesario de sesiones prácticas en el curso *inmediatamente anterior* podrán, si así lo deciden, no asistir a las clases presenciales en el laboratorio, y podrán conservar la calificación del examen práctico que hubieran aprobado, siempre y cuando lo acredite el profesor responsable del pasado curso. Dicha acreditación deberá entregarse **durante el mes de febrero** del curso actual. El resto de actividades evaluables de la materia (exámenes de teoría) deberán realizarse en su integridad.

REFERENCIAS

Básicas

- 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.

Complementarias

- 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. SCHAEETER. 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.
- GOTTSCALK, 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.