

Asignatura: **Microbiología Ambiental**

Código: 10-09054

RTF

8.5

Semestre: Quinto

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

40

Departamento: Fisiología

Correlativas:

- Química Orgánica
- Biología y Ambiente

Contenido Sintético:

- Microorganismos procariotas y eucariotas. Microorganismos no celulares.
 - Aislamiento y crecimiento en los ecosistemas. Nutrición y cultivo de microorganismos.
 - Determinación de densidad de población y biomasa.
 - Metabolismo microbiano. Procesos de bioconversión de materia y de energía.
 - Muerte de poblaciones microbianas.
 - Taxonomía y sistemática. Biología molecular. Principios de ómica. Bioinformática.
 - Microorganismos en la biósfera. Procesos microbianos en los ciclos biogeoquímicos
- Biología ambiental. Conservación y recuperación ecosistemas. Biorremediación. Biocorrosión. Lixiviación de minerales. Biodeterioro.
- Biotecnología microbiana industrial. Microorganismos en procesos de transformación. Biorreactores. Biocorrosión. Bioconversión. Bioenergía. Biopolímeros. Biocementación.
 - Importancia sanitaria, socioeconómica y uso sustentable de los microorganismos en los ecosistemas.

Competencias Genéricas:

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- CG10: Actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD: 921-HCD-203

RES: Fecha:8/11/2023

Competencias Específicas:

CE1.12: Interpretar la afectación antrópica en la contaminación de los ecosistemas.

CE1.13: Aplicar conceptos de microbiología en los procesos de transformación biológica.

CE2.8: Aplicar conceptos ecológicos para la conservación y recuperación de los ecosistemas.

CE4.5: Relacionar conceptos ecológicos con el uso sustentable de los ecosistemas.

Presentación

La asignatura Microbiología Ambiental se encuentra dentro del bloque “Tecnologías Básicas” en el 5^{to} cuatrimestre del plan de estudios de la carrera Ingeniería Ambiental en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

En esta asignatura se desarrollan aspectos de microbiología básica y de microbiología aplicada al ambiente y a la industria con impacto en la salud, basados en el nuevo concepto global y holístico de UNA SALUD.

Estos temas son fundamentales en la actividad profesional basados en conocimientos científicos y tecnológicos de microbiología, para el diseño, desarrollo, empleo, evaluación y control de técnicas, procesos y procedimientos aplicados a la utilización de microorganismos y/o sus moléculas para la transformación con utilidad biotecnológica y para la conservación y recuperación de los ecosistemas desde una perspectiva sustentable.

En este sentido, la asignatura centra sus procesos de enseñanza-aprendizaje en diversos temas teóricos y/o prácticos para reconocer, proponer, relacionar, ejecutar, justificar e integrar estos procesos y procedimientos, proponiendo alternativas que lo conduzcan a la toma de decisiones en relación con la opción más eficiente para solucionar el problema planteado, respetando las normas universales de seguridad y bioseguridad y la legislación vigente.

La asignatura es base de otras como Fundamentos de Ingeniería Ambiental y Ecología.

Contenidos

UNIDAD I. MICROORGANISMOS PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS. MICROORGANISMOS NO CELULARES

Tema 1. EL MUNDO MICROBIANO: fundamentos de microscopia

-Microscopía: instrumentos, unidades de medición, aumento y resolución. Tipos de microscopio.

Tema 2. MICROORGANISMOS CELULARES: microorganismos procariotas y eucariotas

-Tipos de microorganismos con célula procariota y eucariota: dimensiones, morfologías y agrupaciones, estructuras subcelulares y funciones.

-Pared celular en bacterias: composición, características y funciones. Relación entre la estructura de la pared celular con la tinción de Gram. Pared celular de bacterias ácido alcohol resistentes. Paredes celulares en Archaea.

- Función, características y particularidades de estructuras internas: membrana citoplasmática, citoplasma, procarion, ribosomas e inclusiones citoplasmáticas. Endosporas: estructura y composición química, clasificación, fases de la esporulación, géneros bacterianos y usos.

- Estructuras externas: glucocálix, cápsulas y capas mucilaginosas. Movimiento microbiano: características. Flagelos, fimbrias y pilis. Quimiotaxis y fototaxis.

-Preparación y observación de microorganismos. Exámenes en fresco y extendidos. Fundamentos, técnicas, pasos y precauciones de coloraciones simples y complejas o diferenciales. Coloraciones de Gram y de ácido alcohol resistencia. Fundamentos, técnicas, pasos y precauciones de las coloraciones especiales: para esporas, para cápsulas y para flagelos.

Tema 3. MICROORGANISMOS NO CELULARES: virus, viroides y priones

- Virus: características. Relación con otros organismos celulares. Componentes estructurales de un virión. Tipos y simetrías de cápsides. Virus sin y con envoltura. Virus complejos. Taxonomía.

-Replicación vírica. Virus que infectan a células animales. Retrovirus. Oncovirus.

-Viroides. Priones. Nuevos agentes infecciosos. Virus en hábitat marino y otros ecosistemas.

UNIDAD II. AISLAMIENTO Y CRECIMIENTO EN LOS ECOSISTEMAS. NUTRICIÓN Y CULTIVO DE MICROORGANISMOS

Tema 4. NUTRICIÓN Y CULTIVO DE MICROORGANISMOS: composición, preparación y uso de medios de cultivo para el aislamiento en distintos ecosistemas

-Nutrición de microorganismos. Requerimientos físicos: temperatura, pH, presión osmótica. Requerimientos químicos: carbono, nitrógeno, azufre y fósforo. Otros macronutrientes. Micronutrientes, oligoelementos y factores de crecimiento.

-Oxígeno y crecimiento microbiano. Respiración celular aerobia y anaerobia.

-Efecto de la temperatura. Efecto del pH. Efecto osmótico.

-Bacterias y Arqueas con crecimiento y supervivencia en condiciones ambientales extremas.

- Clasificación de los medios de cultivo según su consistencia, composición, utilización y/o función. Cultivos en aerofilia y microaerofilia. Medios y métodos de crecimiento para anaerobios.

- Medios de cultivos químicamente definidos y complejos, selectivos, diferenciales y de enriquecimiento.

-Obtención de cultivos puros, concepto de colonia, unidades formadoras de colonias (UFC). Aislamiento de cultivos bacterianos puros: método de siembra por estrías en placa (estriado o disseminación por estrías).

UNIDAD III. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD DE POBLACIÓN Y BIOMASA

Tema 5. CRECIMIENTO DE CULTIVOS MICROBIANOS

- Microorganismos viables en una muestra: recuento de células totales y de células viables. Fuentes de error. Medición directa de microorganismos viables: técnicas de siembra para el recuento. Diluciones seriadas, método de rastrillado o disseminación con espátula de Drigalsky. Microscopía óptica utilizando cámaras de recuento.

- Recuento total de bacterias heterótrofas, mesófilas, aerobias viables por placa vertida o diseminación por embebido de muestras de agua y de suelo. Método de las diluciones seriadas y valoración según el Número más Probable.

- Fundamentos, técnica, pasos y precauciones del método de filtración por membrana para el recuento microbiano.

- Crecimiento celular, división bacteriana o fisión binaria. Tiempo de generación y velocidad específica de crecimiento. Aspectos cuantitativos del crecimiento microbiano. Representación logarítmica de las poblaciones. Fases de la curva de crecimiento. Curva diáuxica. Efecto de agentes físicos y químicos en el crecimiento celular.

- Estimación del número de células por métodos indirectos: turbidimetría, actividad metabólica, peso seco. Relación entre densidad óptica y número de células.

- Aplicaciones del sistema *batch* y sistema de cultivo continuo (quimostato) en la microbiología industrial.

UNIDAD IV. METABOLISMO MICROBIANO. PROCESOS DE BIOCONVERSIÓN DE MATERIA Y DE ENERGÍA.

Tema 6: PROCESOS DE BIOCONVERSIÓN DE MATERIA Y ENERGÍA

- Reacciones catabólicas y anabólicas. Enzimas. Producción de energía: reacciones de oxidación y reducción. Vías metabólicas. Catabolismo de hidratos de carbono. Glucólisis y vías alternativas. Catabolismo de lípidos y de proteínas.

- Bacterias fotosintéticas: fotótrofas anoxigénicas y fotótrofas oxigénicas.

- Vías metabólicas de utilización de energía: biosíntesis de polisacáridos, de lípidos, de proteínas, de ácidos nucleicos. Integración de metabolismos.

- Diversidad metabólica entre distintos organismos: fotoautótrofos, fotoheterótrofos, quimioautótrofos, quimioheterótrofos.

UNIDAD V. MUERTE DE POBLACIONES MICROBIANAS

Tema 7. MUERTE DE MICROORGANISMOS: esterilización, desinfección, antisepsia

- Esterilización, desinfección, antisepsia, asepsia y agentes sanitizantes. Agentes físicos y químicos, conceptos, diferentes métodos y su importancia en la aplicación para distintos materiales y ambientes. Esterilización por métodos físicos: fundamentos, técnica, pasos, usos, precauciones, bioseguridad y limitaciones. Calor húmedo y calor seco. Pasteurización: de corta duración a alta temperatura (HTST) y temperaturas ultraelevadas (UHT). Esterilización por filtración. Bajas temperaturas. Alta presión. Deseccación. Presión osmótica. Radiaciones ionizantes y no ionizantes.

- Esterilización por métodos químicos: óxido de etileno. Fundamento, mecanismo de acción, uso, precauciones, bioseguridad y limitaciones.

- Controles físicos, químicos y biológicos de la esterilización.

- Desinfectantes: tipos de desinfectante, blanco molecular, mecanismos de acción, usos, precauciones y limitaciones. Evaluación de un desinfectante.

- Clasificación de desinfectantes: fenol y derivados fenólicos, bisfenoles, biguanidinas, halógenos, alcoholes, metales pesados y sus compuestos, agentes tensioactivos, aldehídos, agentes oxidantes.

Tema 8. AGENTES ANTIMICROBIANOS: antibacterianos y antimicóticos

- Agentes antibacterianos y antimicóticos. Clasificación: estructura química, modo de acción, sitio blanco y espectro de acción. Antibacterianos naturales y sintéticos. Efecto -stático, -cida y -lítico. Espectros de actividad, mecanismos de acción y blancos moleculares. Inhibición de la síntesis de la pared celular, inhibición de la síntesis de proteínas, alteración de la membrana citoplasmática, inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos y de metabolitos esenciales. Antimicóticos: agentes que afectan los esteroides, a la pared celular, que inhiben los ácidos nucleicos, otros. Curva de muerte. Toxicidad selectiva. Postulados de Erlich.

-Pruebas de sensibilidad: antibiograma por difusión en disco o test por difusión o método de Kirby Bauer, E-test. Fundamentos, pasos y fuentes de error. Interpretación de resultados: sensible (S), sensibilidad intermedia (I) o resistente (R).

- Método de dilución en tubos o test por dilución. Concentración Inhibitoria Mínima (CIM) y Concentración Bactericida Mínima (CBM). Interpretación de los resultados. Conceptos básicos de la combinación de antimicrobianos, desinfectantes y antisépticos. Tablero de ajedrez.

- Resistencia a antimicrobianos. Mecanismos de resistencia: permeabilidad reducida, inactivación, alteración de la diana, desarrollo de una ruta bioquímica resistente, eflujo, otras. Identificación molecular de genes de resistencia, plásmidos. Resistencia antimicrobiana ambiental. Concepto de UNA SALUD. Contribución del ambiente y de la afectación antrópica en la resistencia antimicrobiana. Legislación nacional e internacional.

UNIDAD VI. TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA. BIOLOGÍA MOLECULAR. PRINCIPIOS DE ÓMICA. BIOINFORMÁTICA.

Tema 9. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN: relaciones evolutivas y taxonomía microbiana

-Relaciones evolutivas entre microorganismos. Secuencias de ARN ribosómico, sondas filogenéticas y FISH. Relaciones filogenéticas: dominios y jerarquías.

-Taxonomía microbiana y su relación con la filogenia: taxonomía clásica, molecular y genética. Cronómetro molecular. Discusión sobre la validez y limitación del uso de RNA ribosomal 16S como cronómetro molecular. Árboles genealógicos. Concepto de especie en microbiología. Nomenclatura científica y Manual de Bergey. Métodos de clasificación e identificación.

-Dominio Bacteria: características morfológicas, fisiológicas y metabólicas de los distintos phyla. Métodos fenotípicos de identificación bacteriana: pruebas bioquímicas e identificación de bacterias. Metodologías rápidas y automatizadas en el laboratorio de microbiología: sistemas para identificación mediante pruebas bioquímicas, espectrometría de masas (MALDI-TOF). Herramientas de biología molecular. Principios de ómica. Bioinformática. Dominio Archaea. Microorganismos halófilos extremos. Microorganismos termófilos extremos. Crenarchaeota. Euryarchaeota. Methanoarchaea.

Tema 10: BACTERIAS GRAM NEGATIVAS: grupos principales

-Proteobacterias: alfa, beta, gamma, delta y épsilon proteobacterias. Bacterias Gram negativas no proteobacterias. Alfacaproteobacterias: *Azospirillum*, *Azobacter* y *Glucoobacter*, *Rhizobium*, *Rickettsia*. Betaproteobacterias: *Thiobacillus*, *Bordetella*, *Neisseria*. Gammaproteobacterias: *Pseudomonadales*, *Legionellales*, *Vibrionales*, *Pasteurellales*, *Enterobacteriales*. *Escherichia coli*: *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) *E. coli* enteroadherente difusa (DAEC). Deltaproteobacterias: *Acinetobacter*, *Desulfovibrionales*. Épsilonproteobacterias: *Campylobacter* y *Helicobacter*.

Tema 11: BACTERIAS GRAMPOSITIVAS Y OTRAS BACTERIAS: grupos principales

-Bacterias Grampositivas no formadoras de endoesporas: *Staphylococcus* y *Micrococcus*, *Streptococcus* y otros cocos, *Lactobacillus*, *Listeria*. Grampositivas formadoras de endoesporas: *Bacillus*, *Clostridium*. Gram positivas sin pared: *Mycoplasma*. Actinobacteria: *Mycobacterium*. Actinobacteria filamentosas: *Streptomyces*. Otros géneros no proteobacteria: Cianobacterias, *Chlamydia*.

UNIDAD VII. MICROORGANISMOS EN LA BIÓSFERA. PROCESOS MICROBIANOS EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL. CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN ECOSISTEMAS. BIORREMEDIACIÓN. LIXIVIACIÓN DE MINERALES. BIODETERIORO

Tema 12. LOS MICROORGANISMOS EN LA BIÓSFERA: ecosistemas microbianos y procesos microbianos en los ciclos biogeoquímicos

-Ecosistemas microbianos: macroambientes y microambientes. Diversidad, concepto de viabilidad, formas viables y formas no cultivables. Comensalismo, mutualismo, simbiosis y parasitismo, comportamiento saprobio.

-Ciclos biogeoquímicos. Ciclo del carbono y del oxígeno: sintrofia y metanogénesis. Ciclos del nitrógeno: fijación, amonificación, nitrificación, desnitrificación. Relación bacterias fijadoras y su uso como fertilizantes biológicos. Ciclos de hierro, azufre y fósforo.

-Contribución de los distintos grupos fisiológicos en la transformación microbiológica para la conservación y recuperación de los ecosistemas desde una perspectiva sustentable.

- Biofilms o biopelículas bacterianas y fúngicas: definición y etapas de formación. Metodologías para su estudio técnicas cuali- y cuantitativas. Biofilms en el ecosistema.

-Microorganismos en el suelo. Rizósfera. Interacciones microbianas con plantas: líquenes y micorrizas. Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno: *Rhizobium* y géneros afines. Tumorción, nodulación y simbiosis con leguminosas.

-Microorganismos de agua dulce y de agua salada. Microorganismos implicados en contaminación de los ecosistemas acuáticos y suelo

Tema 13. LOS MICROORGANISMOS PARA LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN ECOSISTEMAS: biorremediación, bioenergía, biodegradación, biominería, biodeterioro, biocementación

- Biorremediación para el tratamiento de efluentes urbanos, rurales e industriales, líquidos y sólidos. Definiciones, clasificación, fundamentos microbiológicos, especies involucrados, aplicaciones, ventajas, desventajas, limitaciones. Biotecnología de biorremediación “ex-situ” e “in-situ” de suelos y de acuíferos contaminados. Bioestimulación, bioaumentación. Rizoremediación.

-Tratamiento de efluentes. Lagunas facultativas. Barros activados. Sistemas granulares. Aplicaciones biotecnológicas de biofilms. Reactores biológicos de membrana. Reactores híbridos. Remoción de nutrientes: nitrificación-desnitrificación, anammox. Eliminación biológica de fósforo.

-Bioenergía. Tratamientos anaeróbicos de residuos y efluentes. Compostaje. Recuperación de metales por bacterias reductoras de sulfato, reductoras de hierro y bacterias oxidantes de hierro. Biotatálisis. Producción y recuperación de biogas, producción de biohidrógeno, bioetanol y biodiesel. Producción de biodiesel por microalgas.

- Degradación de productos químicos sintéticos en el suelo y el agua. Características de los contaminantes. Biorremediación microbiana para la degradación de xenobióticos,

-Biomínería. Transformación microbiana de metales y elementos radioactivos. Biodegradación hidrocarburos. Producción de plásticos biodegradables. Biocorrosión, lixiviación de minerales y metales, drenaje de minas.

-Biodeterioro del patrimonio histórico y cultural: pictórico, textil, gráfico monumentos, edificios, obras de arte y documentos. Biocementación.

- Aplicación de meta-ómicas en biotecnología. Tecnologías ambientales emergentes y sustentables.

UNIDAD VIII. BIOTECNOLOGÍA MICROBIANA INDUSTRIAL. MICROORGANISMOS EN PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN. BIORREACTORES. BIOCORROSIÓN. BIOCONVERSIÓN. BIOENERGÍA. BIOPOLÍMEROS. BIOCEMENTACIÓN

Tema 14. LOS MICROORGANISMOS EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: formación de productos de interés industrial

- Microbiología industrial y biotecnología: conceptos generales, alcance, y aspectos económicos. Fermentación: alcohólica, homo y heteroláctica, ácida mixta, butilenglicólica, butírica butílica, acetónica propiónica. Fermentación a gran escala, escalado, control y monitorización.

-Detección, recuperación y purificación de los productos de fermentación. Cultivos discontinuos (batch), semi-continuos (fed batch) y cultivos continuos. Conceptos, aplicaciones,

ventajas y desventajas. Biotransformaciones con células y enzimas microbianas. Métodos de inmovilización. Enzimas de microorganismos extremófilos.

- Estequiometría del crecimiento microbiano. Cálculos matemáticos: producto obtenido, sustrato consumido y rendimiento (Y). Otros productos biotecnológicos. Biosensores. Tecnologías emergentes.

UNIDAD IX. IMPORTANCIA SANITARIA, SOCIOECONÓMICA Y USO SUSTENTABLE DE LOS MICROORGANISMOS EN LOS ECOSISTEMAS

Tema 15. INDUSTRIA ALIMENTARIA: función de los microorganismos en la producción de alimentos

-Microbiología ambiental: importancia en el laboratorio y en el procesamiento de alimentos. Técnicas de control microbiológico del ambiente y alimentos. Criterios microbiológicos para alimentos en el Código Alimentario Argentino. Inocuidad alimentaria.

- Microbiota, colonización e infección y su relación con la presencia de microorganismos en el ambiente.

- Análisis bacteriológico del agua: cuantificación y recuento de microorganismos índices e indicadores. Bacterias heterótrofas totales, bacterias indicadoras de contaminación fecal. Enfermedades microbianas transmitidas por el agua.

- Recuento y análisis de microorganismos ambientales, de superficies y de manos. Microorganismos índices e indicadores. Microcultivos y cultivos de adhesión de hongos filamentosos.

-Aplicaciones en la industria alimentaria. Deterioro de alimentos y medicamentos por microorganismos. Criterios de aptitud y control microbiológico. Esterilización y conservación industrial. ANMAT, INAME, Código alimentario argentino y Farmacopea Argentina.

Metodología de enseñanza

El desarrollo de la asignatura es teórico y práctico, construyendo el conocimiento desde lo básico hasta una espiralización de contenidos interpretando e integrando conceptos, fundamentos, procedimientos y procesos con el análisis y tratamiento de casos y situaciones problemáticas. Esto se aplica tanto en las clases teóricas como en las actividades de Trabajos Prácticos de laboratorio, en las tutorías, y en los exámenes parciales y finales. La asignatura se desarrolla a través de clases en donde se imparten los conocimientos teóricos y prácticos de los distintos temas del programa.

Actividades teóricas

Clases teóricas (no obligatorias, sincrónicas, en forma presencial y/o virtual)

Las clases teóricas se desarrollarán mediante presentaciones multimedia con imágenes, simulaciones y videos educativos. Además, se utiliza pizarra electrónica, chat, encuestas, imágenes microbiológicas interactivas y notas públicas. Las clases se dictarán en forma presencial y/o virtual desde el aula virtual utilizando el recurso Bigbluebutton con interacción en línea, priorizando los contenidos mínimos de la asignatura. Los/las estudiantes podrán acceder a los contenidos en el aula virtual de Microbiología, ordenados por bloque temático. Se resuelven ejercicios y quedan otros planteados a los/las estudiantes con el objetivo de enfrentarlos/las con dificultades que les permitan la integración, interpretación y justificación de cada uno de ellos. Se podrán realizar actividades adicionales como participación de foros virtuales, de un glosario virtual o de un banco de imágenes microbiológicas, entre otras.

La bibliografía utilizada está disponible en la biblioteca de la Facultad. La bibliografía on-line es de sitios de libre acceso o con contraseñas disponibles. En cada clase se presentarán distintas situaciones, estimulando la participación activa y generando espacios para la discusión y reflexión.

Clases de tutoría o teóricos-prácticos (no obligatorias, sincrónicas, en forma presencial y/o virtual)

Se desarrollarán previas a cada Trabajos Prácticos para el apoyo y resolución de contenidos prácticos, fundamentos metodológicos (problemas, cálculos, análisis de imágenes microbiológicas,

etc. y normas de bioseguridad relacionadas a cada Trabajos Prácticos siguiente. Tendrán disponibles Autoevaluaciones en el aula virtual de Microbiología.

Actividades prácticas guiadas

Trabajos Prácticos en laboratorios (obligatorios, en forma presencial)

Las actividades de Trabajos Prácticos laboratorio permiten la incorporación, relación, integración y aplicación de los conceptos teóricos necesarios para la comprensión del tema, guiados por el/la docente a cargo de cada comisión, según un cronograma donde se trabajan con distintas técnicas y procedimientos microbiológicos básicos y aplicados, según las actividades prácticas relacionadas con distintos conceptos y vocabulario específico de la microbiología. Se trabajará con técnicas, material e instrumental específico de un laboratorio de Microbiología con análisis e interpretación de resultados obtenidos con realización de cálculos y discusión de resultados consistente con el marco teórico e incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad. Al cierre de cada clase los grupos de trabajo comparten las propuestas de resolución en forma oral y presentación de informes.

Los Trabajos Prácticos de laboratorio se organizarán, respetando la elección realizada por los/las estudiantes al momento de la inscripción en cuanto al día y horario, según cupo y normas de bioseguridad establecidas por la Cátedra.

Actividades prácticas autónomas

Se podrán realizar exposiciones que consistirán en una presentación oral de un tema específico o preparación de trabajos de búsqueda, lectura y trabajo de documentación. Se realizarán resolución de problemas con ejercicios relacionados con la temática de la asignatura. Se podrán solicitar actividades con el formato de tarea u otro, adaptadas para resolución de forma virtual asincrónica, con material de consulta disponible en el aula virtual (libros, videos educativos, guías, laboratorio virtual y simuladores). Se podrá resolver de forma asincrónica y subir al aula virtual, el que tendrá una devolución por su docente. En el aula virtual estará disponible toda la información, junto material complementario para la consulta asincrónica.

Actividades de seguimiento on-line

Interacción a través de la TICs (aula virtual). Utilización de curso en la plataforma educativa Moodle. El Aula virtual de Microbiología está ordenada por bloque temático con presentaciones resumen de las clases teóricas y tutorías, simulaciones de laboratorios, videoteca, películas, imágenes microbiológicas, recursos y juegos interactivos, noticias, chistes y canciones microbiológicas, libros virtuales, banco de imágenes de microscopía, encuestas y autoevaluaciones como material de estudio complementario.

Atención personalizada

Clases de consultas (no obligatorias, en forma presencial y/o virtual)

Cada docente tiene horarios semanales preestablecidos al inicio del cuatrimestre. Por el aula virtual en forma sincrónica (Bigbluebutton) en forma asincrónica y en forma presencial.

Evaluación

Las actividades prácticas se evaluarán a partir de distintas herramientas de evaluación continua en el laboratorio de Trabajos Prácticos, tanto en modalidad formativa como sumativa, valorando la resolución de ejercicios y la participación activa de cada alumno. Además, tras finalizar las actividades prácticas se podrá realizar un examen oral y/o escrito para evaluar los contenidos y razonamientos teóricos adquiridos durante las actividades prácticas. Se valorará la calidad de la redacción y el uso apropiado de la terminología científica y técnica disciplinar.

En los exámenes parciales y finales la evaluación de los conocimientos se podrá realizar con distintas *pruebas de evaluación oral y/o escrita* de carácter individual, evaluando tanto en modalidad formativa como sumativa, los conocimientos y competencias adquiridas. Se valorará la calidad de la redacción y el uso apropiado de la terminología científica y técnica disciplinar.

Prueba de desarrollo: preguntas sobre un tema o análisis de imágenes, resolución de problemas o casos, entre otros.

Pruebas objetivas de preguntas cortas: preguntas sobre un aspecto concreto.

Pruebas prácticas: pruebas que incluyen observación y análisis de imágenes, registro de datos, resolución de problemas, tratamiento y análisis de datos experimentales, manipulación de instrumentos, comparar resultados experimentales con resultados teóricos, estimar errores, desarrollando valores, actitudes y normas propias de la profesión.

Exposición de trabajos: valoración de los trabajos expuestos de forma individual o colectiva.

RECOMENDACIONES PARA LA APROBAR LA ASIGNATURA

Asistencia regular a las clases teóricas y tutorías.

Participación activa en los Trabajos Prácticos y las actividades propuestas (sincrónicas y asincrónicas).

Asistencia a las clases de consulta, tutorías y actividades del aula virtual (asincrónicas).

RECOMENDACIONES PARA LA RECUPERACIÓN

Subsanar las deficiencias detectadas en relación a los conocimientos teóricos explicados en las clases y los contenidos y razonamientos de las actividades prácticas. Asistencia a clases de consulta y tutorías. Visitar el material complementario del aula virtual y realizar las distintas autoevaluaciones (asincrónicas).

Condiciones de aprobación

Regularización

- *Asistencia al 80 % de los Trabajos Prácticos.* Se evaluará la participación y calidad del trabajo realizado durante las prácticas de laboratorio y el análisis e interpretación de resultados obtenidos, así como el uso apropiado de la terminología científica y técnica disciplinar.

- Aprobar las actividades propuestas (guías, ejercicios y resolución de situaciones problemáticas sincrónicas y/o asincrónicas).

- *Aprobar la evaluación de 2 (dos) Exámenes Parciales de Trabajos Prácticos.* Se toman 2 (dos) evaluaciones parciales de carácter teórico-práctico en el transcurso del período lectivo, siendo la última integradora sobre contenidos y razonamientos teóricos y prácticos relacionados a los Trabajos Prácticos de laboratorio. Se deberá obtener un porcentaje **no inferior al 55% en cada uno de los 2 (dos) parciales de Trabajos Prácticos**. La inasistencia a una evaluación se considerará como No aprobado/Reprobado. Se podrá recuperar rindiendo por segunda vez, uno solo de estos exámenes parciales reprobados. La nota del Examen Recuperatorio reemplazará a la del parcial original.

Promoción de Trabajos Prácticos

- *Asistencia al 80 % de los Trabajos Prácticos.* Se evaluará la participación y calidad del trabajo realizado durante las prácticas de laboratorio y el análisis e interpretación de resultados obtenidos, así como el uso apropiado de la terminología científica y técnica disciplinar.

- Aprobar las actividades propuestas (guías, ejercicios y resolución de situaciones problemáticas sincrónicas y/o asincrónicas).

- *Aprobar la evaluación de 2 (dos) Exámenes Parciales de Trabajos Prácticos.* Se toman 2 (dos) evaluaciones parciales de carácter teórico-práctico en el transcurso del período lectivo, siendo la última integradora sobre contenidos y razonamientos teóricos y prácticos relacionados a los Trabajos Prácticos de laboratorio. Se deberá obtener un porcentaje **no inferior al 70% en cada uno**

de los 2 (dos) parciales de Trabajos Prácticos. La inasistencia a una evaluación se considerará como No aprobado/Reprobado. Se podrá recuperar rindiendo por segunda vez, uno solo de estos exámenes parciales reprobados. La nota del Examen Recuperatorio reemplazará a la del parcial original.

Quien no alcance la condición Regular quedará automáticamente en condición Libre.

Quien alcance la regularidad, deberá rendir examen en tal condición, en el lapso estipulado por el Régimen de Estudiantes de la FCEFyN. Luego de ese lapso, la regularidad perderá su vigencia. El/la estudiante que no aprobará el examen final dentro de tal período quedará en condición de condición LIBRE; pudiendo rendir examen en esa condición, o re-cursar la asignatura.

Aprobación de la asignatura

Estudiantes en condición REGULAR sin Trabajos Prácticos promocionados

Se evalúa en forma oral y/o escrita

- Examen del programa de los Trabajos Prácticos y Tutorías.

- Examen del programa Teórico de la asignatura.

Se deberá obtener un porcentaje **no inferior al 55%**.

Estudiantes en condición REGULAR con Trabajos Prácticos promocionados

Se evalúa en forma oral y/o escrita

-Examen del programa Teórico de la asignatura.

Se deberá obtener un porcentaje **no inferior al 55%**.

Estudiantes en condición LIBRE

Requisitos para la presentación a los exámenes de los/las ALUMNOS/AS LIBRES (según lo establecen los Artículos 26 y 27. Resol 203 HCD – 2003):

Los alumnos interesados en rendir el examen libre deberán presentarse en la Cátedra, en el horario de atención a estudiantes, 5 días hábiles antes de la fecha de examen establecida por la Facultad. Deberán manifestar su intención de rendir en forma LIBRE a los fines de permitir la preparación y acondicionamiento de los materiales estériles, repique de cepas microbianas y acondicionamiento de equipamiento de laboratorio.

El examen constará de 2 (dos) instancias, evaluándose los aspectos teóricos y prácticos del programa:

Primera instancia: Examen del programa de los Trabajos Prácticos y examen del programa teórico de la asignatura. Podrá ser en forma oral o escrita, la cual será informada 5 días hábiles antes.

Segunda instancia: examen teórico y práctico de laboratorio. El/la estudiante deberá mostrar dominio manual y conceptual de las diversas técnicas y procedimientos microbiológicos desarrollados en los Trabajos Prácticos de la asignatura, valorando la resolución de ejercicios y los contenidos y razonamientos teóricos, la observación y análisis de imágenes, registro de datos, resolución de problemas, tratamiento y análisis de datos experimentales, manipulación de instrumentos, comparar resultados experimentales con resultados teóricos, estimar errores, desarrollando valores, actitudes y normas propias de la profesión. Se valorará la calidad de la redacción y el uso apropiado de la terminología científica y técnica disciplinar.

Debido a las características particulares de la asignatura, y al igual que en el dictado de Trabajos Prácticos, la misma puede durar más de un día, siendo el horario previamente acordado ente docentes y estudiantes.

Será requisito indispensable aprobar la primera instancia para poder acceder a la siguiente.

La calificación final resultará de una ponderación de las notas de ambas instancias (más del 55% en cada una).

Actividades prácticas y de laboratorio

PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Trabajo Práctico Nº 1: Observación y diferenciación de los microorganismos a través del microscopio óptico.

Trabajo Práctico Nº 2: Observación y diferenciación de estructuras microbianas externas relacionadas con la pared celular.

Nutrición de microorganismos: preparación de medios de cultivo.

Esterilización, desinfección y antisepsia.

Trabajo Práctico Nº 3: Obtención de cultivo puro: siembra por estrías en placa para el aislamiento de cultivos bacterianos puros

Medición directa del crecimiento microbiano: diluciones seriadas, método de rastrillado para el recuento de microorganismos viables

Trabajo Práctico Nº 4: Microbiología ambiental: análisis bacteriológico de agua y suelo.

Trabajo Práctico Nº 5: Medición directa del crecimiento microbiano para el recuento de microorganismos viables.

Microbiología ambiental: análisis bacteriológico de agua y suelo: análisis y discusión de resultados.

Trabajo Práctico Nº 6: Microbiología industrial: curva de crecimiento microbiano en sistema "batch".

Trabajo Práctico Nº 7: Microbiología industrial. Curva de crecimiento microbiano en sistema "batch": análisis y discusión de resultados.

Trabajo Práctico Nº 8: Microbiología industrial y ambiental: determinación de la aptitud microbiológica de superficies animadas e inanimadas y del ambiente.

Trabajo Práctico Nº 9: Microbiología industrial y ambiental. Determinación de la aptitud microbiológica de superficies vivas e inanimadas y del ambiente: análisis y discusión de resultados. Biofilm o biopelículas microbianas. Control químico del crecimiento.

Trabajo Práctico Nº 10: Microbiología industrial y ambiental. Biofilm o biopelículas microbianas y control químico del crecimiento: análisis y discusión de resultados.

PROGRAMA DE TUTORÍAS

1. Bioseguridad. Normas universales de seguridad y bioseguridad en el Laboratorio de Microbiología aplicado a las técnicas microbiológicas básicas y complementarias. (Transversal a todos los TP)

2. Exámenes en fresco, extendidos y coloraciones simples y complejas: fundamentos, técnicas, pasos y precauciones. Estructuras macro y microscópicas de hongos levaduriformes y hongos filamentosos. (TP 1)

3. Observación y diferenciación de estructuras microbianas externas relacionadas con la pared celular. (TP 2)

4. Nutrición de microorganismos: preparación de medios de cultivo. Esterilización, desinfección y antisepsia (TP 2)

5. Métodos fenotípicos de identificación bacteriana: pruebas bioquímicas e identificación de bacterias. Metodologías rápidas y automatizadas en el laboratorio de microbiología: sistemas para identificación mediante pruebas bioquímicas, espectrometría de masas (MALDI-TOF). Principios de ómica. Bioinformática. (TP 3)

6. Microbiología ambiental: análisis bacteriológico de agua y suelo

Obtención de cultivo puro: siembra por estrías en placa.

Medición directa del crecimiento microbiano: diluciones seriadas, método de rastrillado (TP 3, 4 y 5)

- 7) 7. Microbiología industrial: curva de crecimiento microbiano en sistema "batch" (TP 6 y 7)
8. Microbiología ambiental: Determinación de la aptitud microbiológica de superficies animadas (manos) e inanimadas (mesada) y del ambiente (aire) (TP 8)
9. Técnicas de valoración de antimicrobianos y control químico del crecimiento (TP 9)
10. Microbiología ambiental: Biofilm o biopelículas microbianas (TP 10)
11. Bioseguridad. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio (OMS). Clasificación de microorganismos. Niveles de bioseguridad. Cabinas de seguridad biológica. Normas internacionales de bioseguridad.

Desagregado de Competencias Genéricas:

CG4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

CG4.1: Acceder a las fuentes de información relativas a procedimientos y procesos relacionados a la microbiología ambiental e industrial, comprendiendo las especificaciones de las mismas.

CG4.2: Conocer los pasos, usos, precauciones, bioseguridad, limitaciones, fuentes de error de las técnicas e instrumental a utilizar, junto con la potencialidad y los campos de aplicación, incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad.

CG4.3: Seleccionar los procedimientos y procesos más adecuados, analizando fundamentos, técnica, equipamientos, precauciones, limitaciones y fuentes de error, evaluando la importancia sanitaria, socioeconómica y uso sustentable de los microorganismos en los ecosistemas.

CG4.4: Supervisar la utilización de fundamentos, procedimientos y procesos interpretando e integrando conceptos, con el análisis y tratamiento de casos y situaciones problemáticas del uso de los microorganismos para la conservación y recuperación ecosistemas.

Resultados de aprendizaje

1. Reconoce procedimientos y procesos relacionados a la microbiología ambiental e industrial incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad.

Selecciona en forma correcta las herramientas y técnicas para los análisis microbiológicos bajo el concepto de UNA SALUD.

2. Reconoce procedimientos y procesos más adecuados, analizando fundamentos, técnica, pasos, usos, precauciones, bioseguridad, limitaciones y fuentes de error.

3. Aplica en forma apropiada los procedimientos, técnicas y procesos de microbiología ambiental.

4. Explica en forma correcta los fundamentos, procedimientos y procesos microbianos ambientales incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad.

CG5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

CG5.1: Detectar necesidades actuales o potenciales que requieran de una solución de biotecnología microbiana, analizando la importancia sanitaria, socioeconómica y uso sustentable de los microorganismos en los ecosistemas.

CG5.2: Proponer y/o desarrollar metodologías microbianas con aplicación biotecnológica evaluando la importancia sanitaria, socioeconómica y uso sustentable de los microorganismos en los ecosistemas.

CG5.3: Identificar las tecnologías emergentes y evaluar la importancia sanitaria, socioeconómica y uso sustentable de los microorganismos en los ecosistemas.

CG5.4: Aplicar los avances de la biotecnología microbiana y encontrar nuevas aplicaciones para las tecnologías disponibles para la conservación y recuperación ecosistemas.

Resultados de aprendizaje:

1. Identifica necesidades proponiendo soluciones de microbiología general y biotecnología microbiana.
2. Selecciona en forma correcta metodologías microbianas con aplicación biotecnológica ambiental e industrial incluyendo el concepto de UNA SALUD.
3. Reconoce las técnicas, procesos y procedimientos de microbiología general y biotecnología microbiana.
4. Emplea adecuadamente avances de biotecnología microbiana y encontrar nuevas aplicaciones para las tecnologías actualmente disponibles.
5. Explica en forma correcta tecnologías biotecnológicas emergentes analizando la importancia sanitaria, socioeconómica y uso sustentable de los microorganismos en los ecosistemas.

CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

CG8.1: Asumir una responsabilidad ética y profesional y actuar compromiso social y ambiental.

CG8.2: Identificar las connotaciones éticas de diferentes decisiones en el desempeño profesional.

CG8.3: Respetar los compromisos profesionales y mantener la confidencialidad en los procesos, procedimientos y resultados.

CG8.4: Considerar los requisitos de calidad microbiológica incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad en todo momento.

CG8.5: Aplicar las regulaciones deontológicas previstas para el ejercicio profesional.

CG8.6: Reconocer que la optimización de la selección de alternativas para los proyectos, acciones y decisiones, implica la ponderación de impactos de diversos tipo bajo el concepto de UNA SALUD.

CG8.7: Considerar y estimar el impacto microbiológico incluyendo aspectos económicos, sociales y ambientales de procedimientos y procesos relacionados a la microbiología ambiental, acciones y decisiones, en el contexto local y global.

Resultados de aprendizaje

1. Asume el rol ético para el ejercicio profesional.
2. Respeta las regulaciones deontológicas.
3. Reconoce compromisos sociales y ambientales relacionados a la microbiología ambiental incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad.
4. Selecciona en forma correcta las herramientas y técnicas para los análisis microbiológicos.
5. Reconoce procedimientos y procesos más adecuados, analizando fundamentos, técnica, pasos, usos, precauciones, bioseguridad, limitaciones y fuentes de error.
6. Respeta regulaciones para procedimientos, técnicas y procesos aplicados a la microbiología ambiental bajo el concepto de UNA SALUD.

CG10: Actuar con espíritu emprendedor.

CG10.1: Elaborar procedimientos y procesos microbiológicos viables de realizar.

CG10.2: Tomar decisiones en contextos de incertidumbre.

CG10.3: Crear y fortalecer relaciones de confianza y cooperación.

CG10.4: Contribuir a con personas, grupos de trabajo o redes en las que participa generando intercambios sinérgicos.

Resultados de aprendizaje

1. Explica en forma correcta procesos procedimientos microbianos ambientales incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad.
2. Selecciona en forma correcta técnicas y procedimientos microbianos y procesos de biotecnología ambiental e industrial incluyendo el concepto de UNA SALUD..
3. Planifica y organiza nuevas actividades a desarrollar incluyendo criterios de sustentabilidad y bioseguridad.
4. Asume el rol asignado en el grupo y participa con el resto de los integrantes en forma colaborativa.

Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

CE1: Diseñar, proyectar, calcular y controlar la construcción de obras e instalaciones para tratamiento, disposición, recuperación y reciclaje de efluentes urbanos, rurales e industriales, líquidos, sólidos y gaseosos, así como la prevención de su generación, minimización y reducción.

CE1.12: Interpretar la afectación antrópica en la contaminación de los ecosistemas.

CE1.13: Aplicar conceptos de microbiología en los procesos de transformación biológica.

1. Interpreta el problema de la contaminación microbiana de los ecosistemas.
2. Identifica y aísla microorganismos que pueden estar implicados en contaminación de los ecosistemas.
3. Reconoce el problema de contaminación microbiana basados en el nuevo concepto global y holístico de UNA SALUD.
4. Relaciona la contribución del ambiente y de la afectación antrópica en la resistencia a antimicrobianos.
5. Emplea técnica de valoración de antimicrobianos y control químico del crecimiento.
6. Identifica factores antropogénicos que promueven el desarrollo de la resistencia en el ambiente.
7. Propone en forma correcta la metodología para el crecimiento y la cuantificación de microorganismos aislados del ambiente.
8. Aplica en forma correcta normas universales bioseguridad.
9. Relaciona procesos microbianos en los ciclos biogeoquímicos para la conservación y recuperación ecosistemas.
10. Diseña, desarrolla, evalúa y controla de procedimientos y técnicas aplicada a los procesos de biorremediación para el tratamiento de efluentes urbanos, rurales e industriales, líquidos y sólidos y lixiviación de minerales.
11. Justifica las decisiones tomadas en relación con el empleo de microorganismos y/o moléculas o macromoléculas con un valor añadido para la transformación microbiológica en la conservación y recuperación de los ecosistemas desde una perspectiva sustentable/sostenible.

CE2: Diseñar, proyectar, calcular, operar, mantener y controlar la construcción de obras e instalaciones de saneamiento ambiental urbano, industrial y rural, remediación de pasivos ambientales e instalaciones para tratamiento, captación y abastecimiento de agua.

CE2.8: Aplicar conceptos ecológicos para la conservación y recuperación de los ecosistemas.

1. Identifica y aísla microorganismos indicadores que pueden estar implicados en contaminación del agua.
2. Emplea técnica de valoración de desinfectantes para el tratamiento del agua.
3. Propone en forma correcta la metodología para el análisis bacteriológico de agua y suelo.

4. Relaciona procesos microbianos en la remediación de pasivos ambientales.
5. Diseña, desarrolla, evalúa y controla de procedimientos y técnicas microbianas aplicada a los procesos de saneamiento ambiental urbano, industrial y rural.
6. Justifica las decisiones tomadas en relación con el empleo de microorganismos y/o moléculas o macromoléculas para la transformación biológica en la conservación y recuperación de los ecosistemas desde una perspectiva sustentable/sostenible.

CE4: Dirigir y certificar proyectos referidos a la generación de energías renovables y el uso eficiente de las energía y recursos del ambiente.

CE4.5: Relacionar conceptos ecológicos con el uso sustentable de los ecosistemas.

1. Emplea conceptos de científicos y tecnológicos de microbiología para el la evaluación y control de procedimientos de biotecnología microbiana.
2. Justifica el uso de procesos de bioconversión relacionados con los microorganismos y/o moléculas o macromoléculas con un valor añadido para el uso eficiente de las energía y recursos del ambiente.
3. Aplica técnicas y procedimientos de biotecnología microbiana para la generación de bioenergías, biocementación, biopolímeros y biorremediación.
4. Relaciona técnicas, procesos y procedimientos microbiológicos proponiendo alternativas que lo conduzcan a la toma de decisiones en relación con la opción más eficiente para el uso sustentable de los ecosistemas.
5. Justifica las decisiones tomadas en relación con la manipulación de microorganismos acorde a las correctas normas universales bioseguridad.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. **Brock. Biología de los microorganismos.** Madigan M.T., Martinko J.M., Bender K.S., Buckley D.H., Stahl D.A. 2015. 14ª ed. Ed. Pearson, USA.
2. **Introducción a la Microbiología.** Tórtora G.J., Funke B.R., Case C.L. 2017. 12ª ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.
3. **Las tinciones básicas en el Laboratorio de Microbiología: Un enfoque gráfico.** Roberto C. González Meléndez, Briseida Elizalde Cuevas, Marian Estefanía Cortés Cruz, Manuel Orduña Sánchez. 2020. UNAM, FES Zaragoza. Disponible en: <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Tinciones.pdf>
4. **Laboratory biosafety manual, fourth edition.** Geneva: World Health Organization. 2020 (Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs). Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337956/9789240011311-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. **Manual de bioseguridad en el laboratorio.** Organización Mundial de la Salud (OMS). 2005. 3a ed. Ginebra. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43255>
6. **NIH Guidelines.** National Institute of Health (NIH). 2016. Disponible en: https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/NIH_Guidelines.html#_Toc446948379.
7. **Cabinas de seguridad biológica: uso, desinfección y mantenimiento.** Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2002. Disponible en: https://www3.paho.org/spanish/AD/THS/EV/LAB-Cabinas_bioseguridad.pdf
8. **Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories.** National Institute of Health (NIH). 2009. 5th Edition. Disponible en: <https://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/bmbl.pdf>
9. **Código Alimentario Argentino.** 2017. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

10. **Capítulo XII Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada.** Código Alimentario Argentino (CAA) - Artículos: 982 al 1079 - Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas.2021. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_caa_capitulo_xii_aguas_actualiz_2021-08.pdf
11. **Farmacopea Argentina 7ª Ed.** Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación. 2003. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/farmacopea-argentina/libro>
12. **Code of Practice for the Prevention and Reduction of Lead Contamination in Foods.** FAO and WHO. 2022. Codex Code of Practice, No. 56-2004. Codex Alimentarius Commission. Rome. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cc0579en/cc0579en.pdf>
13. **Bergey's manual of systematics of archaea and bacteria.** Whitman WB, ed. 2015. Disponible en: <https://www.springer.com/series/4157>
14. **Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura.** Larrea-Murrell, Jeny Adina, Rojas-Badía, Marcia María, Romeu-Álvarez, Beatriz, Rojas-Hernández, Nidia Mercedes, Heydrich-PérezMayra. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. 2013. 44(3), 24-34. ISSN: 0253-5688. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>
15. **Análisis microbiológico de alimentos. Metodología Analítica Oficial.** Passalacqua N, Cabrera J. Volumen III. Microorganismos indicadores. 2014. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf

OTRA BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. **International Standard Organization. ISO 4833-1:** Microbiology of food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30°C by the pour plate technique. 2013.
2. **Microbiología en práctica. Manual de técnicas de laboratorio para la enseñanza de la microbiología básica y aplicada.** Vullo D, Waschman M, Alche L. Ed. Atlante. 2000.
3. **Microbiología y parasitología humana: bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias.** Romero Cabello, Raúl. Edición: 4. Editor: México: Médica Panamericana. 2018.
4. **Microbiología: básica, ambiental y agrícola.** Frioni, Lilian. Edición: 1 ed. Editor: Buenos Aires : Orientación Gráfica. 2011.
5. **Microbiology Lab Manual.** John Harley, Harley John. Edición: 8 ed. 0 Editor: The McGraw-Hill Companies. 2010.
6. **Microbiology: An Evolving Science.** Joan L. Slonczewski, John W. Foster. Edición: 3 ed. Editor: Norton, W. W. & Company, Inc. 2013.
7. **Pathogen Safety Data Sheets and Risk Assessment (PSDSs).** Public Health Agency of Canada. 2017. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/laboratory-biosafety-biosecurity/pathogen-safety-data-sheets-risk-assessment.html>
8. **Prescott 's Microbiology.** Joanne Willey, Linda Sherwood, Chris Woolverton. Edición: 11 ed. Editor: The McGraw-Hill Companies. 2019.
9. **Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos.** Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. 2 ed. Facultad de Química, UNAM. México. 2009.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Antimicrobial Agents and Chemotherapy.
2. Cell Host & Microbe.
3. Clinical Infectious Diseases.
4. Frontiers in Microbiology.
5. Lancet Microbe.

6. mBio.
7. Microbiome.
8. Nature Microbiology.
9. Nature Reviews Microbiology.
10. Revista Argentina de Microbiología.
11. Trends in Microbiology.