

Guía docente de la asignatura

**Indicadores Microbianos
(M96/56/1/28)**Fecha de aprobación por la Comisión
Académica: 14/07/2025**Máster**Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua
(Idea)**MÓDULO**Módulo de Técnicas de Biomonitorización y Diseño de Estrategias de
Recuperación de Sistemas Acuáticos Sometidos a Estrés**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3

Tipo

Optativa

**Tipo de
enseñanza**

Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Esta asignatura no tiene requisitos previos

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

El contenido del curso aborda el análisis e identificación de las comunidades microbianas presentes en distintos tipos de agua, así como el estudio de la variación de las comunidades microbianas ante cambios en factores bióticos y abióticos. Para ello se presentarán los fundamentos teóricos que permitirán el análisis e identificación de dichas comunidades, y las técnicas experimentales necesarias para su caracterización, identificación y recuento de los microorganismos indicadores de la calidad del agua. A través de las prácticas, se formará al alumno en la obtención de información, diseño e interpretación de datos experimentales.

COMPETENCIAS**COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de



investigación.

- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.
- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE07 - Capacidad de análisis e interpretación de los indicadores de calidad de las siguientes masas de agua: sistemas lóticos y redes, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas).
- CE10 - Capacidad para identificar, evaluar y diagnosticar problemas y deficiencias del estado ecológico de las masas de agua de acuerdo a las exigencias últimas de la Directiva Marco del Agua.
- CE12 - Capacidad para la caracterización espacio-temporal de las variables físicas, químicas y biológicas e indicadores bióticos y abióticos más significativos para la definición del estado ecológico de las masas de agua.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto



nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico- técnicas avanzadas.

- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.
- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE07 - Capacidad de análisis e interpretación de los indicadores de calidad de las siguientes masas de agua: sistemas lóticos y redes, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas).
- CE10 - Capacidad para identificar, evaluar y diagnosticar problemas y deficiencias del estado ecológico de las masas de agua de acuerdo a las exigencias últimas de la Directiva Marco del Agua.



- CE12 - Capacidad para la caracterización espacio-temporal de las variables físicas, químicas y biológicas e indicadores bióticos y abióticos más significativos para la definición del estado ecológico de las masas de agua.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico-técnicas avanzadas.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- La composición de las comunidades microbianas presentes en distintos tipos de masas de agua.
- Las técnicas generales que se utilizan en la realización de análisis microbiológicos de masas de agua.

El alumno será capaz de:

- Cuantificar la respuesta de una determinada comunidad microbiana ante cambios en factores bióticos y abióticos
- Realizar el recuento e identificación de microorganismos indicadores de calidad de una masa de agua

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1. - Diversidad bacteriana de aguas superficiales y microorganismos indicadores. Grupos taxonómicos presentes en aguas dulces y marinas. Herramientas moleculares para el análisis de la diversidad microbiana en las aguas. Características de los distintos grupos, relaciones y usos de estos organismos. Concepto de microorganismo indicador.

Tema 2.- Contaminación microbiana de las aguas. Mecanismos de contaminación. Tipos de organismos contaminantes: virus, bacterias, hongos, protozoos, algas y metazoos. Microorganismos patógenos transmisibles por el agua.

Tema 3.- Calidad microbiológica de las aguas potables. Exigencias según usos. Normativas de



calidad de aguas. Vigilancia y control. Desinfección del agua.
Tema 4.- Patogenicidad y virulencia de cepas bacterianas. Ensayos necesarios para determinar la patogenicidad y el nivel de virulencia de cepas bacterianas.
Tema 5.- Respuesta de las comunidades microbianas a estreses bióticos y abióticos (eutrofización y presencia de sustancias xenobióticas). Efecto de virus, y depredadores bacterianos. Utilidad de los bioensayos. Bioensayo Microtox®. Fundamento. Características. Aplicaciones.

PRÁCTICO

Práctica 1. Determinación de bacterias coliformes de una muestra de agua: Colimetría.
Práctica 2. Determinación de la toxicidad de muestras ambientales mediante el bioensayo Microtox®.
Práctica 3. Determinación de la patogenicidad de una colección de cepas bacterianas mediante ensayo con *Caenorhabditis elegans*

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Tortora, G.J., Funke, B.R. y Case, C.L. 2016 “Microbiology. An Introduction”. 12ª ed. Pearson.
- Pace, NR 1997. A molecular view of Microbial diversity and the biosphere. Science, New Series
- Osborn A.M. and Smith C.J. 2005. Molecular Microbial Ecology. In BIOS Advanced Methods. Taylor and Francis Group
- Lightfoot, F. 2002. “Análisis microbiológico de alimentos y aguas. Directrices para el aseguramiento de la calidad.” 1ª edición. Ed. Acribia .
- Vilchez JI, Navas A, González-López J, Arcos S.C, Manzanera M. 2016. Biosafety Test for Plant Growth Promoting Bacteria: Proposed Environmental and Human Safety Index (EHSI) Protocol. *Frontiers in Microbiology* 6:1514. doi: 10.3389/fmicb.2015.01514
- Barros A, Rangseekaew P, Lasudee K, Pathom-aree W, Manzanera. 2020. Regulatory risks associated with bacteria as biostimulants and biofertilizers in the frame of the European Regulation (EU) 2019/1009. *Science of the Total Environment*. 740:140239. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Spencer J.F.T. and Ragout A.L. 2004. *Environmental Microbiology: methods and protocols*. Humana Press Inc. New Jersey.USA.

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Método expositivo ¿ se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por



parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado. Es un método para presentar sistemáticamente la mayor parte de los contenidos de un programa, introduciendo las ideas ordenadamente y ofreciendo el mayor número posible de ellas. Este método se podrá hacer a través de lecciones magistrales por parte del profesor, o mediante seminarios de expertos.

- MDO2 Método de indagación. El propósito de este método es que el alumno elabore sus conocimientos y que induzca o deduzca reglas y aporte soluciones a problemas, ejemplos, ejercicios o casos prácticos aportados por el profesor. Esta metodología podrá plasmarse a través de: Actividades Prácticas (laboratorio, campo y ordenador), Visitas Técnicas, Búsqueda de Información, Resolución de Casos de Estudio, Resolución de Ejercicios, Discusiones y Coloquios
- MDO3 Aprendizaje Autónomo. Su finalidad es desarrollar la capacidad de autoaprendizaje; formar a los estudiantes para que se responsabilicen de su trabajo y de la adquisición de sus propias competencias. Se podrá realizar a través de: Ejercicios, Trabajos Escritos, Presentaciones Orales, y Trabajos Prácticos individuales. Su objetivo es que los estudiantes aprendan a pensar y trabajar independientemente, lo que implica llegar a dominar una serie de capacidades para autodirigirse y organizar sus propios estudios.
- MDO4 Aprendizaje Cooperativo. Su finalidad es el aprendizaje del alumno a través de la generación e intercambio de ideas y el análisis de diferentes puntos de vista mediante la colaboración de un grupo de estudiantes. Esta metodología se llevará a cabo a través de ejercicios en grupo, prácticas en grupo y presentaciones orales en grupo

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 18 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final

Cuatro serán los niveles aplicados para la evaluación de la adquisición de competencias y conceptos por parte de los estudiantes. Para ello se evaluará:

- Asistencia y participación en actividades presenciales del máster: **10%** de la calificación final
- Exámenes individuales de la materia teórica y práctica: **50 %** de la calificación final
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales/en grupo: **30%** de la calificación final
- Pruebas orales durante el desarrollo de las sesiones prácticas:**10%** de la calificación final.

La calificación final será la suma de las valoraciones numéricas de los 4 apartados anteriores. Para superar la asignatura el alumno deberá obtener una calificación final de 5 o más puntos, siempre y cuando haya obtenido al menos el 50 % de la puntuación máxima en el apartado de exámenes individuales de la materia teórica y práctica.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA



Los estudiantes realizarán un examen individual de la materia teórica y práctica, correspondiendo la calificación reflejada en el acta al 100% de la nota alcanzada en este examen. Para superar la asignatura el alumno deberá obtener una calificación final de 5 o más puntos, siempre y cuando haya obtenido al menos el 50 % de la puntuación máxima en el apartado de exámenes individuales de conocimientos prácticos y teóricos.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en la realización de dos exámenes, uno teórico y otro práctico, que computarán el 90 % y el 10% de la nota final, respectivamente. Para superar la asignatura el estudiante debe haber obtenido al menos el 50 % de la puntuación máxima en el examen teórico y el 50 % en el práctico

INFORMACIÓN ADICIONAL

MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS LABORATORIOS DE PRÁCTICAS Y/O TALLERES: En el siguiente enlace (<https://ssp.ugr.es/informacion/noticias/medidas-preventivas-generales-laboratorios-talleres>) se adjunta una guía dirigida a estudiantado y profesorado con información relativa a buenas prácticas para los laboratorios experimentales docentes. En dicha guía se proporciona la información relativa a los principales riesgos para la seguridad y la salud asociados a las prácticas docentes en laboratorios, así como las medidas preventivas necesarias para eliminar y/o minimizar dichos riesgos. También se informa sobre el procedimiento a seguir en caso de accidente y cómo proporcionar un primer auxilio

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

