

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 03/07/2025

**Indicadores Moleculares
(M96/56/1/5)****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

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación: <https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido>

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

El reciente desarrollo de técnica avanzadas para evaluar el estrés se está revelando de gran utilidad como sistemas de alarma dentro del marco "Ecological Risk Assessment" (ERA). Los métodos basados en expresión génica (proteómica) aparecen particularmente prometedores en términos de economía en su aplicación y de significación de resultados. Por ello, en esta asignatura se estudiarán y analizarán los principales indicadores celulares y subcelulares de estrés ambiental.

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:

- Los principales conceptos sobre biomarcadores moleculares y su relevancia ecológica.
- Las técnicas más precisas para cuantificación de estrés en ecosistemas acuáticos.

El alumno será capaz de:

- Obtener información, diseñar experimentos e interpretar los resultados.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

- Tema 1. Indicadores de estrés en ecosistemas acuáticos: Perspectiva general. Factores de estrés. Sistemas de detección precoz. Criterios de selección de indicadores: Sensibilidad vs Relevancia ecológica. Criterios de clasificación. Exposición vs efecto. Tipos de indicadores: biomarcador, bioindicador, biosensor. Xenobióticos.
- Tema 2. Biomarcadores Moleculares en organismos acuáticos. Estrés oxidativo: Especies reactivas de Oxígeno (ROS). Defensas antioxidantes: Enzimáticas y no enzimáticas. Métodos de análisis e interpretación de resultados.
- Tema 3. Estrés térmico: Heat shock protein. Proteasas.
- Tema 4. Estrés metabólico: razón DNA/RNA. Razones elementales (C:N:P). Metabolismo lipídico y ácidos grasos. Marcadores de actividad respiratoria –técnicas fluorimétrica vs enzimáticas (ETS). Marcadores de integridad de membrana.
- Tema 5. Indicadores de estrés fotoquímico. Indicadores funcionales de actividad fotosintética. Eficiencia fotosintética: razón Fv/Fm. Producción primaria-14C-incorporación, excreción de carbono. Fotoprotectores.



- Tema 6. Mecanismos de reparación vs bioacumulación. Efectos sobre organismos. Homeostasis. Compensación vs No-compensación. Umbrales.

PRÁCTICO

TEMARIO PRÁCTICO:

- Integración del temario teórico en las prácticas de laboratorio.
- Elaboración y exposición de seminarios (grupos reducidos) con los resultados de las prácticas de laboratorio.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

- Práctica 1. Técnicas de fluorescencia mediante Pulsos Amplitud Modulada.
- Práctica 2. Respiración y producción primaria con Optode.
- Práctica 3. Técnicas fluorimétricas.
- Práctica 4. Microscopía.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Multiple Stressors: A Challenge for the Future. 2007. Carmel Mothersill, Irma Mosse, Colin Seymour. Springer.
- Understanding Multiple Environmental Stress. 2007. Committee on Earth-Atmosphere Interactions: Understanding and Responding to Multiple Environmental Stresses, National Research Council.
- Bioassessment of Freshwater Ecosystems: Using the Reference Condition. 2005. Approach Bailey, Robert C., Norris, Richard H., Reynoldson, Trefor B. 1st ed. Corr. 2nd printing, 2005, 184 p., Hardcove.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Biological indicators of aquatic ecosystems Stress. S. Marshall Adams.
- Biomarkers and Bioindicators in Monitoring and Assessment: The State of the Art. Peter V. Hodson.
- Biological monitoring: theory & applications: bioindicators and biomarkers for environmental quality and Human exposure assessment M. E. Conti. WITpress (UK).

ENLACES RECOMENDADOS

Toda la documentación en formato digital, mensajes y anuncios se gestionarán a través de la plataforma PRADO de la Universidad de Granada, <http://pradoposgrado.ugr.es> y/o Google App UGR (go.ugr.es)

<http://europa.eu.int/comm/environment/water/index.html>

<http://www.eu-star.at>



<http://river.bio.auth.gr/labrivers>

<http://www.epa.gov/ost/biocriteria/basics/>

http://www.epa.gov/watertrain/stream_class/

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.
- MD02 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
- MD03 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.
- MD04 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.

El sistema de evaluación se describe en el siguiente listado que recoge el porcentaje de evaluación conforme al documento Verifica de la asignatura:

- Asistencia y participación en actividades presenciales del máster. Ponderación mínima: 10. Ponderación máxima: 10.
- Exámenes individuales. Ponderación mínima: 50. Ponderación máxima: 50.
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales. Ponderación mínima: 15. Ponderación máxima: 15.



- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos en grupo. Ponderación mínima: 15. Ponderación máxima: 15.
- Pruebas orales. Ponderación mínima: 10. Ponderación máxima: 10.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Examen de teoría y prácticas (100% nota final)

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:

- Examen de teoría y prácticas (100% nota final)

INFORMACIÓN ADICIONAL

Parte del material docente de la asignatura estará disponible en formato digital para su seguimiento y consulta de forma asíncrona en la plataforma PRADO de la asignatura y/o en Google Drive (acceso vía cuenta@go.ugr.es).

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>).

SOFTWARE LIBRE





R y RStudio

