

Guía docente de la asignatura

**Interacciones de Metales Pesados con Microorganismos para Fines de Bioremediación**Fecha última actualización: 08/07/2021  
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 16/07/2021**Máster**

Máster Universitario en Biotecnología

**MÓDULO**

Modulo I: Docencia

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

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

- Metales pesados y medio ambiente.
- Diversidad microbiana en ambientes contaminados con metales pesados y las técnicas moleculares empleadas para su estudio.
- Mecanismos moleculares de interacción metal pesado-microorganismo.
- Estrategias de biorremediación microbiana de ambientes contaminados con metales pesados

**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 ESPECÍFICAS

- CE01 - Identificar, diseñar, implementar e interpretar métodos Biotecnológicos;
- CE02 - Organizar y diseñar actividades en el campo de la experimentación en Biotecnología;
- CE03 - Manejar las tecnologías de la información para la adquisición, procesamiento y difusión de resultados en investigación;
- CE04 - Emitir juicios en función de criterios y razonamiento crítico y aprender a reconocer los parámetros de calidad en investigación;
- CE05 - Adquirir las habilidades de creatividad, iniciativa, espíritu emprendedor y liderazgo en la toma de decisiones;
- CE06 - Trabajar en equipo y abordar los problemas de una forma interdisciplinar
- CE07 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la Biotecnología.
- CE08 - Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre Biotecnología para asesorar a personas y a organizaciones.
- CE09 - Reconocer y adaptarse a la diversidad y multiculturalidad.
- CE37 - Conocer las aplicaciones de los microorganismos como herramientas para la descontaminación de suelos y aguas.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Las clases teóricas y prácticas de este curso permitirán a los alumnos adquirir conocimientos sobre la diversidad bacteriana en ambientes contaminados con los metales pesados.
- Además, los alumnos van a conocer los diferentes mecanismos de interacción de estos contaminantes tóxicos con las células microbianas y van a aprender a seleccionar los microorganismos altamente resistentes a los mismos.
- De esta manera van a ser capaces de aplicar los métodos microbiológicos en la biorremediación de ambientes contaminados con metales.
- Además estarán capacitados para analizar e interpretar trabajos científicos sobre diversidad microbiana y en especial aquellos relacionados con el uso de microorganismos para resolver problemas medioambientales relacionados con la contaminación por metales pesados. Podrán adquirir una visión general de las interacciones de bacterias con metales pesados

### PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

#### TEÓRICO

- **Tema 1.** Biorremediación: aspectos generales (definición, desarrollo histórico, etc.).
- **Tema 2.** Biorremediación de ambientes contaminados por metales pesados: definición de



metales pesados, clasificación, fuentes de metales pesados en el medio ambiente, diversidad y actividad microbiana en ambientes contaminados por metales pesados, mecanismos de interacción microbiana con metales pesados.

- **Tema 3.** Tecnologías microbianas de biorremediación de ambientes contaminados con uranio: biomineralización de uranio en ambientes aerobios, reducción enzimática en ambientes anaerobios.

## PRÁCTICO

### TEMARIO PRÁCTICO:

Los alumnos dispondrán de una guía de prácticas al comienzo del curso. El fundamento de las prácticas se explicará al comienzo de las mismas y el profesor realizará un ejemplo práctico de la misma como modelo a llevar a cabo por los alumnos. Las prácticas serán individuales y/o en grupos reducidos de forma que todos realicen las prácticas completas.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

**Práctica 1.** Aislamiento e identificación de bacterias de ambientes contaminados con metales pesados.

**Práctica 2.** Caracterización bioquímica y fisiológica de las cepas bacterianas.

**Práctica 3.** Estudios de tolerancia bacteriana a determinados metales pesados:

a) Realización de un “screening” o rastreo, de las diferentes cepas aisladas en relación con su tolerancia a metales pesados mediante:

- 1. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de metales pesados sobre el crecimiento de cepas bacterianas en medio sólido.
- 2. Estudio del efecto de los metales pesados sobre el crecimiento de algunas cepas bacterianas en medio líquido.

b. Estudiar los mecanismos de tolerancia de las cepas aisladas a los metales pesados:

- 1. La determinación del efecto del metal sobre la viabilidad celular usando técnicas de citometría de flujo.
- 2. Localización celular del metal acumulado usando técnicas de microscopía electrónica de alta resolución.

**Práctica 4.** Prácticas en el Centro de Instrumentación Científica (CIC) de la Universidad de Granada (UGR) con tres sesiones

a) Laboratorio de Preparación de Muestras Biológicas para la preparación de rejillas, inclusiones y cortes.

b. Unidad de microscopía electrónica de transmisión c. Unidad de citometría de flujo

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL



- N., Glatzer, H., Nikaido. 2007. Microbial Biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology (2ª ed.) Cambridge University Press, New York.
- Lee Yuan Kun. 2004 Microbial Biotechnology. Principles and Applications World Scientific. New Jersey.
- R.M., Atlas, R., Bartha. 2001. Ecología microbiana y Microbiología ambiental (4ª ed.). Pearson Educación. Madrid. España .

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- D.L., Cologgi, et al., 2011. Extracellular reduction of uranium via *Geobacter* conductive pili as a protective cellular mechanism. PNAS, 108: 15248-15252.
- J.R., Lloyd, L.E., Macaskie, 2000. Bioremediation of radioactive metals. In "Environmental Microbe-Metal Interactions" (Ed. D.R. Lovley) ASM Press.
- J.R., Lloyd, D.R., Lovley, 2001. Microbial detoxification of heavy metals and radionuclides. Current Opinion in Biotechnology, 12: 248.
- J.R., Lloyd, L.E., Macaskie, 2002. The biochemical basis of radionuclide-microbe interactions. In "Microbiology and Radioactivity" (Ed. F. R. Livens and M. Keith-Roach), Elsevier.
- Mahadevan, et al., 2011. In situ to in silico and back: elucidating the physiology and ecology of *Geobacter* spp. using genome-scale modeling. Nature Reviews Microbiology, 9: 39-50.
- M.L., Merroun., S. Selenska-Pobell, 2008. Bacterial interactions with uranium: and environmental perspective. Journal of Contaminant Hydrology 102: 285-295. R.M., Maier, et al., 2009. Environmental Microbiology. 2ª ed. Academic Press, San Diego. CA.
- I., Sánchez-Castro, Amador-García, A., Moreno-Romero, C., López-Fernández, M., Phrommavanh, V., Nos, J., Descostes, M., Merroun, M.L. (2017) Screening of bacterial strains isolated from uranium mill tailings porewaters for bioremediation purposes. Journal of environmental radioactivity. 160: 130-141.
- Sánchez-Castro, I., Gianinazzi-Pearson, V., Cleyet-Marel, J.C., Baudoin, E., van Tuinen, D. (2017) Glomeromycota communities survive extreme levels of metal toxicity in an orphan mining site. Science of the Total Environment. 598: 121-28.
- Povedano-Priego, C., Martín-Sánchez, I., Jroundi, F., Sánchez-Castro, I., Merroun, M.L. (2017) Fungal biomineralization of lead phosphates on the surface of lead metal. Minerals Engineering. 106: 46-54. Verma, S., Kuila, A. (2019) Bioremediation of heavy metals by microbial process. Environmental Technology & Innovation 14: 100369
- Huang, H., Jia, Q., Jing, W., Dahms, H.-U., Wang, L. (2020) Screening strains for microbial biosorption technology of cadmium. Chemosphere 251: 126428

## ENLACES RECOMENDADOS

- Biblioteca de la Universidad de Granada (acceso a revistas electrónicas): <http://biblioteca.ugr.es/>
- Sociedad Española de Microbiología (SEM): <http://www.semicrobiologia.org/>
- Science On-Line: <http://www.sciencemag.org>
- Nature On-Line: <http://www.nature.com>
- PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed> Medline: <http://medlineplus.nlm.nih.gov/medlineplus/>

## METODOLOGÍA DOCENTE



- MD01 Clases magistrales
- MD02 Experimentación
- MD03 Colección, estudio y análisis bibliográfico

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 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. Se propone un sistema de evaluación en el que se valorará:

-Actitud y participación de los estudiantes en clase (30%).

Se valorará la asistencia y participación en las clases teóricas. Asimismo se valorará la participación en la discusión de los artículos científicos propuestos para analizar.

Se evaluarán las competencias CB7, CB8, CB10, CE4, CE37.

-Evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de la actividad diaria y/o elaboración de una memoria (70%).

Se preparará una presentación que incluye:

A) Una revisión bibliográfica de los antecedentes del tema de la investigación llevado a cabo en el laboratorio.

B) Un resumen de los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio acompañado de una interpretación y discusión científica de los mismos. Se evaluarán las competencias CB7, CB8, CB9, CE2, CE3, CE4, CE6, CE7, CE8, CE9.

### 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 las siguientes actividades.

-Realización de una síntesis científica crítica de un trabajo bibliográfico relacionado con el tema de biorremediación de ambientes contaminados con metales pesados 100%

### 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, 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. Esta evaluación única final, constará de dos actividades:

-Realización de una síntesis científica crítica de un trabajo bibliográfico relacionado con el tema de biorremediación de ambientes contaminados con metales pesados **100%**

