

INTERACCIONES DE METALES PESADOS CON MICROORGANISMOS PARA FINES DE BIOREMEDIACIÓN

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 01/07/2020)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica del Máster: 17/07/2020)

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	3	Optativa	Presencial / Semipresencial / Virtual	Español
MÓDULO		Docencia		
MATERIA		M75		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster Universitario en Investigación y Avances en Microbiología		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		Facultad de Ciencias		
PROFESORES⁽¹⁾				
Mohamed Larbi Merroun				
DIRECCIÓN		Dpto. Microbiología, 2ª planta del edificio de Biología, Facultad de Ciencias. Correo electrónico: merroun@ugr.es		
TUTORÍAS		Lunes, martes y miércoles de 16.00 a 18.00 h		
Iván Sánchez Castro				
DIRECCIÓN		Dpto. Microbiología, 2ª planta del edificio de Biología, Facultad de Ciencias. Correo electrónico: sanchezcastro@ugr.es		
TUTORÍAS		Lunes, martes y miércoles de 16.00 a 18.00 h		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS				
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES				
<p>CB1: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.</p> <p>CB2: 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.</p> <p>CB3: 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.</p>				

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



CB4: 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.

CB5: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1: Reconocer un problema microbiológico que ofrezca interés para la investigación, describirlo apropiadamente en su entorno (antecedentes, estado de la cuestión, hipótesis planteada por otros autores, etc.) y plantear con claridad los objetivos de la investigación correspondiente.

CE2: Diseñar el proceso de investigación apropiado para resolver el problema planteado, seleccionando las metodologías y técnicas más eficaces y los experimentos oportunos de acuerdo con los objetivos de la investigación propuesta.

CE3: Poner a punto las técnicas necesarias para la resolución del problema planteado, contrastando su corrección y validación.

CE4: Realizar la investigación diseñada, trabajando dentro de un equipo y/o en colaboración con otros investigadores.

CE5: Elaborar los datos de laboratorio y presentar los resultados de forma lógica y funcional.

CE6: Establecer, de forma crítica, la relevancia y significación de los resultados obtenidos respecto de los objetivos propuestos, y elaborar las conclusiones pertinentes, en el marco del conocimiento científico actual sobre el tópico en cuestión.

CE7: Elaborar un “reporte” científico/técnico o trabajo de investigación que comunique a la comunidad científica la aportación de la investigación realizada, manejando las tecnologías de la información útiles para la adquisición y difusión de resultados en investigación.

CE8: Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre Microbiología, para asesorar a personas y a organizaciones.

OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

-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.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

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.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO 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.

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:

i. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de metales pesados sobre el crecimiento de cepas bacterianas en medio sólido.

ii. 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:

i. La determinación del efecto del metal sobre la viabilidad celular usando técnicas de citometría de flujo.

ii. 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 y

c. Unidad de citometría de flujo.

PRÁCTICAS DE CAMPO:

No hay

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 biomining 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 (OPCIONAL)

- 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

- Colección, estudio y análisis bibliográfico
- Clases magistrales
- Experimentación

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

CONVOCATORIA 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: Asistencia a las actividades del curso. Seguimiento del trabajo desarrollado por los alumnos en el laboratorio y de los resultados obtenidos. Valoración del informe de las prácticas realizadas

1. Asistencia a las clases. 10%
2. Seminarios impartidos por los alumnos. 20%
3. Seguimiento del trabajo desarrollado por los alumnos en el laboratorio y puesta en común de los resultados obtenidos. 40%
4. Elaboración de una memoria pormenorizada de las actividades desarrolladas. 30%

CONVOCATORIA 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.



Esta evaluación única final, constará de dos exámenes,
-Teórico, del contenido total del programa teórico (50% de la calificación total)
-Teórico-práctica del contenido de las prácticas de laboratorio (50% de la calificación total)

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

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 exámenes:

- Teórico, del contenido total del programa teórico (50% de la calificación total)
- Teórico-práctica del contenido de las prácticas de laboratorio (50% de la calificación total)

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<ul style="list-style-type: none">• Lunes, martes y miércoles de 12.00 a 14.00 h	<ul style="list-style-type: none">• Correo electrónico (merroun@ugr.es, sanchezcastro@ugr.es)

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Docencia teórica: se propone dos modalidades:

A) Clases teóricas síncronas a través de GOOGLE MEET y/o a través de la plataforma PRADO. Se pone a disposición de los alumnos resúmenes y presentaciones de cada uno de los temas con los detalles de los objetivos y los conocimientos necesarios que el alumno debe de adquirir.

B) Docencia presencial a lo largo del curso en grupos reducidos. Esta modalidad está destinada a aclarar dudas, discutir conceptos, etc.

Docencia Práctica: (presencial y no presencial): El profesor se encargara de virtualizar el contenido teórico de las prácticas y los alumnos realizan las prácticas. Guion de prácticas disponible en el PRADO.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

La evaluación se realizará de forma presencial si las condiciones sanitarias lo permiten. En su defecto se realizará de forma virtual a través de la Plataforma PRADO mediante A) Realización de una síntesis científica crítica de un trabajo bibliográfico relacionado con el tema de biorremediación de ambientes contaminados con metales pesados **70%**, -B)Formulación de cuestionarios sobre el tema de biorremediación que los alumnos deben contestar y mandar al correo electrónico de los profesores **30%**

En el caso de la evaluación presencial, se propone un sistema de evaluación en el que se valorará:



- Actitud y participación de los estudiantes en clase (**20%**). 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.
- Evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de la actividad diaria y/o elaboración de una memoria (**80%**). 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.

Convocatoria Extraordinaria

La evaluación se realizará de forma presencial si las condiciones sanitarias lo permiten. En su defecto se realizará de forma virtual a través de la Plataforma PRADO.

Esta evaluación, constará de dos exámenes:

- Teórico, del contenido total del programa teórico (50% de la calificación total)
- Teórico-práctica del contenido de las prácticas de laboratorio (50% de la calificación total)

Evaluación Única Final

Según el artículo 6.2 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la UGR, la evaluación será preferentemente continua, entendiéndose por tal la evaluación diversificada que se establece en esta Guía Docente de la asignatura. No obstante, se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua (por motivos laborales, estado de salud, discapacidad, programas de movilidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua)

En cuanto a los plazos y procedimiento para la solicitud de esta calificación única final, el alumno deberá consultar el Artículo 8.2 de la mencionada normativa.

La evaluación se realizará de forma presencial si las condiciones sanitarias lo permiten. En su defecto se realizará de forma virtual a través de la Plataforma PRADO

Esta evaluación única final, constará de dos exámenes,

- Teórico, del contenido total del programa teórico (50% de la calificación total)
- Teórico-práctica del contenido de las prácticas de laboratorio (50% de la calificación total)

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<ul style="list-style-type: none"> • Lunes, martes y miércoles de 12.00 a 14.00 h 	<ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico (merroun@ugr.es, sanchezcastro@ugr.es)

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Mediante clases de teoría y discusión de artículos científicos: Se desarrollará metodologías de tipo clase no presencial poniendo a la disposición del alumnado en la plataforma DRIVE videos grabados en GOOGLE MEET. Además, se llevara a cabo sesiones interactivas mediante la plataforma GOOGLE MEET para discutir con los alumnos los conceptos presentados en los videos que no ha sido asimilado por los mismos.

El temario teórico/práctico del curso incluye los siguientes bloques de unidades telemáticas:

Unidad temática 1: Metales pesados/ radionúclidos y medio ambiente : aspectos generales



Unidad temática 2: Mecanismos de interacciones microbianas con metales pesados y radionúclidos
Unidad temática 3: Técnicas multidisciplinares usadas para caracterizar las interacciones microbianas con metales pesados y radionúclidos (métodos microbiológicos, microscópicos, espectroscópicos, etc.)
Unidad temática 4: Biorremediación de ambientes contaminados con metales pesados: aspectos generales
Unidad temática 5: Selección de microorganismos con potencial en biorremediación de ambientes contaminados con metales pesados
Unidad temática 6: Proyecto con una empresa privada AREVA, un caso real: ¿cómo surge el proyecto? Diversidad microbiana en ambientes contaminados con metales pesados y las técnicas moleculares empleadas para su estudio
Unidad temática 7 Proyecto AREVA, un caso real: hacia una estrategia eficiente
Unidad temática 8: Otras estrategias de biorremediación microbiana de ambientes contaminados con metales pesados

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

La evaluación se realizará de forma no presencial a través de la Plataforma PRADO
 -Realización de una síntesis científica crítica de un trabajo bibliográfico relacionado con el tema de biorremediación de ambientes contaminados con metales pesados 70%
 -Formulación de cuestionarios sobre el tema de biorremediación que los alumnos deben contestar y mandar al correo electrónico de los profesores 30%

Convocatoria Extraordinaria

La evaluación se realizará de forma no presencial a través de la Plataforma PRADO.
 Esta evaluación constará de dos modalidades:
 -Teórico, del contenido total del programa teórico (50% de la calificación total)
 -Teórico-práctica del contenido de las prácticas de laboratorio (50% de la calificación total)

Evaluación Única Final

Esta evaluación única final, constará de dos modalidades y se realizara de forma virtual a través de la Plataforma PRADO:
 -Teórico, del contenido total del programa teórico (50% de la calificación total)
 -Teórico-práctica del contenido de las prácticas de laboratorio (50% de la calificación total)

