

MICROORGANISMOS RIZOSFÉRICOS EN FERTILIZACIÓN, REMEDIACIÓN Y PROTECCIÓN DE PLANTAS

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 10/06/2020)

(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		M74		
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		Estación Experimental del Zaidín		
PROFESORES ⁽¹⁾				
Inmaculada García Romera				
DIRECCIÓN		Dpto. Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, EEZ-CSIC, Despacho nº 119 Correo electrónico: inmaculada.garcia@eez.csic.es		
TUTORÍAS		Contactar directamente con el profesor a través del correo electrónico		
José Manuel García Garrido				
DIRECCIÓN		Dpto. Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, EEZ-CSIC, Despacho nº 118 Correo electrónico: josemanuel.garcia@eez.csic.es		
TUTORÍAS		Contactar directamente con el profesor a través del correo electrónico		
Elisabet Aranda Ballesteros				
DIRECCIÓN		Departamento de Microbiología, 4ª planta, Facultad de Farmacia. Correo electrónico: earanda@ugr.es		
TUTORÍAS		Lunes/Martes/Jueves: 10:30-12:30		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS				
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.				

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/>!)



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.

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.

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.

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)

El alumno sabrá/comprenderá:

Con estas competencias los alumnos van a conocer y comprender, tanto desde un punto de vista teórico, como práctico, los conceptos básicos y los últimos avances en el uso de los microorganismos de la rizosfera para su uso como fertilizantes y para remediar y proteger a las plantas. De esta manera van a estar capacitados para analizar e interpretar trabajos de biofertilización, biorremediación y biocontrol y valorar adecuadamente los resultados. También se va a poder adquirir destreza para la exposición de trabajos de investigación.

El alumno será capaz de:

Aplicar a la agricultura los conocimientos sobre productividad de cultivos como cereales, leguminosas y hortalizas, incluyendo tanto el uso de la diversidad microbiana del suelo, biofertilizantes, biorremediación y aspectos enmarcados en el concepto de sostenibilidad.

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

Se realizará una descripción de los mecanismos por los que los microorganismos rizosféricos actúan como fertilizantes microbianos y agentes de biocontrol y bioprotección de las plantas, frente al ataque de microorganismos patógenos. Además se profundizará en el concepto, técnicas y formas de biorremediación por microorganismos rizosféricos como tecnología de futuro.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO

A. AREA TEMÁTICA DE BIOFERTILIZACION

1- Actividad de los microorganismos en el suelo y la rizosfera



- 2- Fertilizantes microbianos
- 3- Fertilizantes bacterianos de vida libre
- 4- Fertilizantes bacterianos simbióticos
- 5- Fertilizantes fúngicos simbióticos: Ectomicorizas
- 6- Fertilizantes fúngicos simbióticos: Endomicorizas
- 7- Microorganismos auxiliares de la simbiosis arbuscular

B. AREA TEMÁTICA DE BIOPROTECCIÓN EN LA RIZOSFERA

- 1.- Introducción. Conceptos generales.
- 2.- Introducción a la rizosfera.
- 3.- Interacciones microbianas en la rizosfera.
- 4.- Biocontrol. Consideraciones ecológicas.
- 5.- Estrategias generales de control biológico.
- 6.- Aplicación de microorganismos para control de enfermedades de las plantas.
- 7.- Uso de *Trichoderma* en control biológico.
- 8.- *Pseudomonas* en control biológico.
- 9.- Protección frente a enfermedad en plantas micorrizadas.

C. AREA TEMÁTICA DE BIORREMEDIACION

- 1.- Introducción a la biotecnología actual
- 2.- Concepto de residuo
- 3.- Clasificación de residuo
- 4.- Mecanismos de recuperación de residuos
- 5.- Concepto de biorremediación
- 6.- Técnicas de biorremediación
- 7.- Procesos biotecnológicos aplicables a zonas contaminadas con hidrocarburos y derivados
- 8.- Biorremediación de herbicidas
- 9.- Biorremediación de metales pesados
- 10.-Gestión de residuos del olivar

PRACTICAS DE LABORATORIO

- 1.- Inmovilización de lacasa en geles de alginato para la decoloración de tintes textiles.
- 2.- Microorganismos solubilizadores de fósforo.
- 3.- Efectos de los hongos sobre el crecimiento de *Arabidopsis thaliana*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cummings SP **2009**. Bioremediation: Methods and protocols. Humana Press, Totowa, USA.
2. Reina R, García-Sánchez M, Liers C, García-Romera I, Aranda E **2018**. An overview of fungal applications in the valorization of lignocellulosic agricultural by-products: the case of two-phase olive mill wastes. *Mycoremediation and Environmental Sustainability Vol 2* (Prasad, R. Ed.) Springer International Publishing, pp. 213-238.
3. Singh A, Kuhad RC, Ward OP **2009**. *Advances in Applied Bioremediation*. Springer-Verlag, Heidelberg-Alemania.
4. Morillo JA, Antizar-Ladislao B, Monteoliva-Sánchez M, Ramos-Cormenzana A, Russel NJ **2009**. Bioremediation and biovalorisation of olive-mill wastes. *Applied Microbiology and Biotechnology* 82: 25-39.
5. White JF Torres MS **2009**. *Defensive Mutualism in Microbial Symbiosis*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Ratón, Florida.
6. García-Sánchez M, Stejskalová T, García-Romera I, Száková J, Tlustoš P **2017**. Risk element immobilization/stabilization potential of fungal-transformed dry olive residue and arbuscular mycorrhizal fungi application in contaminated soils. *Journal of Environmental Management* 201:110-119.
7. Vierheilig H, Steinkellner S, Khaosaad T, García-Garrido JM **2008**. The biocontrol effect of mycorrhization on soil-borne fungal pathogens and the autoregulation of the AM symbiosis: one mechanism, two effects? En: *MYCORRHIZA: Genetics and Molecular Biology, Eco-Function, Biotechnology, Eco-Physiology, Structure and Systematic* (third edition) Ed. A Varma. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. pp. 307-320.
8. Ciancio A, Pieterse CMJ, Mercado-Blanco J **2016**. Harnessing useful rhizosphere microorganisms for pathogen and pest biocontrol. *Frontiers Microbiology* 7:1620.
9. Berg G **2009**. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology* 84:11-18.
10. Pozo MJ, López-Ráez JA, Azcón-Aguilar C, García-Garrido JM. **2015**. Phytohormones as integrators of



environmental signals in the regulation of mycorrhizal symbioses. New Phytologist 205:1431-1436

ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

1. www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica.../docencia.htm
2. <http://cipm.ncsu.edu/ent/biocontrol/>
3. <http://www.ippc.orst.edu/biocontrol/biopesticides/>
4. <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/>
5. <http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/index.php>
6. www.epa.gov/superfund/action/spanish/.../esp_roadmap_sec8.pdf

METODOLOGÍA DOCENTE

A. Clases presenciales.

A1. Clases presenciales de teoría. Fundamentalmente se sigue el modelo de clase magistral con fomento del diálogo con los alumnos. Se llevará a cabo una serie de clases teóricas de trece temas en las que se hará una exposición detallada de los avances científicos que existen en el campo de la utilización de microorganismos como fertilizantes y como herramientas para combatir la contaminación producida por metales pesados y enfermedades producidas por microorganismos patógenos de plantas. Al comienzo del curso se entregará a cada alumno un programa de las clases junto con un resumen amplio de cada tema. Las clases serán interactivas en las que se promoverán supuestos teóricos para discutirlos por los alumnos. Al final del curso se entregará a cada alumno la documentación en formato digital con el contenido. Si la docencia fuera semipresencial o no presencial las clases teóricas se realizarían de forma asíncrona.

A2. Prácticas de laboratorio. Se llevarán a cabo clases prácticas en donde se realizarán técnicas de inmovilización de enzimas producidas por microorganismos como modelo para otras aplicaciones, como inmovilización de fertilizantes, de fertilizantes microbianos o de microorganismos PGPR utilizando geles de alginato. Se harán estudios de su efectividad sobre el tratamiento de un efluente contaminado, como es el de la industria textil, utilizando técnicas fisiológicas bioquímicas y comprobar la efectividad de la técnica. Por otro lado, se realizarán experimentos de solubilización de fósforo, utilizando hongos, con el fin de uso como PGPR en agricultura y facilitar con ello el crecimiento de las plantas. Finalmente se estudiará el efecto que tienen los hongos, desde un punto de vista de la interacción, en el crecimiento y desarrollo de *Arabidopsis thaliana* en cultivos *in vitro*.

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. Todas las prácticas serán individuales de forma que todos los alumnos realicen las prácticas completas. Si la docencia fuera semipresencial o no presencial las clases prácticas se realizarían de forma asíncrona.

B. Trabajo complementario por parte del alumno. Se repartirán el número de alumnos en tres grupos que realizarán un trabajo complementario en cada una de las tres grandes áreas en las que se divide el master. Se exige a los alumnos la elaboración de un tema relacionado con el contenido del curso, a elegir de entre una lista sugerida, o totalmente libre, con una extensión limitada y la utilización de los medios bibliográficos a su alcance. Posteriormente los alumnos expondrán el tema, durante 15-20 minutos, ante sus compañeros y profesores, con discusión del mismo.

C. Tutoría. Cada alumno tendrá una tutoría personalizada sobre el enfoque y planteamiento de su trabajo así como sobre la búsqueda de la bibliografía más apropiada para documentarse sobre el mismo.

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

CONVOCATORIA ORDINARIA

La asistencia de los alumnos será obligatoria a todas las clases, prácticas y exposición del trabajo. En la evaluación final se tendrá en cuenta el nivel de asistencia de los alumnos y, al ser las clases teóricas interactivas y las clases prácticas unipersonales, se hará un cómputo final del nivel de participación del alumno en ambas. El porcentaje mínimo de asistencia obligatoria a las clases teóricas y prácticas será del 75% del total. La no asistencia al porcentaje mínimo supone suspenso. La evaluación continua tanto de las clases teóricas como prácticas supondrá un 75% de la calificación. El trabajo complementario supondrá el 25% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc.

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.

1. Realización de una práctica de las realizadas por los alumnos del curso en evaluación ordinaria (40%).
2. Presentación de un trabajo complementario que representará el 40% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis.
3. Exposición pública y discusión de los resultados obtenidos (25%).

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 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:

- Realización de una práctica de las realizadas por los alumnos del curso en evaluación ordinaria (40%).
- Presentación de un trabajo complementario que representará el 40% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis.
- Exposición pública y discusión de los resultados obtenidos (25%).

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)
Según lo establecido en esta guía docente (ver arriba)	Uso de Google Meet previa conexión a https://go.ugr.es o plataformas similares.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Uso de Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es> o plataformas similares.
- Uso de PRADO y Google Drive en <https://go.ugr.es> para la transferencia de material docente.
- Elaboración de videos complementarios para las clases teóricas.
- Las prácticas de laboratorio se realizarán de forma presencial observando las medidas de prevención legalmente establecidas.
- Las prácticas de laboratorio no realizadas se sustituirán por las correspondientes clases teóricas que contengan los conceptos a utilizar en la realización de la práctica.

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

Convocatoria Ordinaria



- Asistencia obligatoria a las actividades presenciales y no presenciales que se establezcan. Equivale al 75% de la calificación final. Las prácticas de laboratorio no realizadas se sustituirán por las correspondientes clases teóricas vía Google Meet previa conexión a https://go.ugr.es. Durante las clases teóricas se realizarán test para evaluar la asimilación de los contenidos. - Realización de un trabajo complementario de revisión bibliográfica y exposición pública con discusión del trabajo cuya temática se adaptará a la temática del curso y conceptos utilizados, que supondrá el 25% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc. En caso necesario, se realizará mediante Google Meet previa conexión a https://go.ugr.es - En caso necesario, la transferencia del trabajo y material en formato electrónico se realizará vía PRADO o Drive en https://go.ugr.es.
--

Convocatoria Extraordinaria

- Se realizará un cuestionario tipo test para evaluar la comprensión y la asimilación de los contenidos por los alumnos. Equivale al 50% de la calificación final. Se realizará vía PRADO.
- Realización de un trabajo complementario de revisión bibliográfica y exposición pública con discusión del trabajo cuya temática se adaptará a la temática del curso y conceptos utilizados, que supondrá el 50% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc. En caso necesario, se realizará mediante Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>
- La transferencia de los trabajos en formato electrónico se realizará vía PRADO o Drive en <https://go.ugr.es>

Evaluación Única Final

- Se realizará un cuestionario tipo test para evaluar la comprensión y la asimilación de los contenidos por los alumnos. Equivale al 50% de la calificación final. Se realizará vía PRADO.
- Realización de un trabajo complementario de revisión bibliográfica y exposición pública con discusión del trabajo cuya temática se adaptará a la temática del curso y conceptos utilizados, que supondrá el 50% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc. En caso necesario, se realizará mediante Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>
- La transferencia de los trabajos en formato electrónico se realizará vía PRADO o Drive en <https://go.ugr.es>

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)
Según lo establecido en esta guía docente (ver arriba)	Uso de Google Meet previa conexión a https://go.ugr.es o plataformas similares.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Uso de Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es> o plataformas similares
- Uso de PRADO y Google Drive en <https://go.ugr.es> para la transferencia de material docente.
- Elaboración de videos complementarios para las clases teóricas.
- Las prácticas de laboratorio no realizadas se sustituirán por las correspondientes clases teóricas que contengan los conceptos a utilizar en la realización de la práctica a través de la plataforma Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>



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

Convocatoria Ordinaria

- Asistencia obligatoria a las actividades virtuales. Durante la actividad virtual se realizarán cuestionarios tipo test (vía PRADO) para evaluar la comprensión de la clase y la asimilación de los contenidos por los alumnos. Equivale al 75% de la calificación final. Las correspondientes clases teóricas se realizarán vía Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>
- Realización de un trabajo complementario de revisión bibliográfica y exposición pública con discusión del trabajo cuya temática se adaptará a la temática del curso y conceptos utilizados, que supondrá el 25% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc. En caso necesario, se realizará mediante Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>
- La transferencia de los trabajos en formato electrónico se realizará vía PRADO o Drive en <https://go.ugr.es>

Convocatoria Extraordinaria

- Se realizará un cuestionario tipo test para evaluar la comprensión y la asimilación de los contenidos por los alumnos. Equivale al 50% de la calificación final. Se realizará vía PRADO.
- Realización de un trabajo complementario de revisión bibliográfica y exposición pública con discusión del trabajo cuya temática se adaptará a la temática del curso y conceptos utilizados, que supondrá el 50% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc. En caso necesario, se realizará mediante Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>
- La transferencia de los trabajos en formato electrónico se realizará vía PRADO o Drive en <https://go.ugr.es>

Evaluación Única Final

- Se realizará un cuestionario tipo test para evaluar la comprensión y la asimilación de los contenidos por los alumnos. Equivale al 50% de la calificación final. Se realizará vía PRADO.
- Realización de un trabajo complementario de revisión bibliográfica y exposición pública con discusión del trabajo cuya temática se adaptará a la temática del curso y conceptos utilizados, que supondrá el 50% de la calificación en función de la dificultad del tema, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva, etc. En caso necesario, se realizará mediante Google Meet previa conexión a <https://go.ugr.es>
- La transferencia de los trabajos en formato electrónico se realizará vía PRADO o Drive en <https://go.ugr.es>

