

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión
Académica: 05/07/2024**Microorganismos Rizosféricos en
Fertilización, Remediación y
Protección de Plantas
(M46/56/1/74)****Máster**

Máster Universitario en Investigación y Avances en Microbiología

MÓDULO

Módulo de Docencia

RAMA

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3

Tipo

Optativa

**Tipo de
enseñanza**

Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Los propios del máster.

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

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.

Evaluaremos en tres unidades temáticas las diversas áreas científico-técnicas que abarca el curso: A. AREA TEMÁTICA DE BIOFERTILIZACIÓN, 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: Ectomicorrizas, 6- Fertilizantes fúngicos simbióticos: Endomicorrizas, 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.- Consideraciones en la 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 BIOREMEDIACION, 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.

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 - Reconocer un problema microbiológico que ofrezca interés para la investigación, describirlo apropiadamente en su entorno (antecedentes, estado de la cuestión, hipótesis planteadas por otros autores, etc.) y plantear con claridad los objetivos de la investigación correspondiente.
- CE02 - 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.
- CE03 - Poner a punto las técnicas necesarias para la resolución del problema planteado, contrastando su corrección y validación.
- CE04 - Realizar la investigación diseñada, trabajando dentro de un equipo y/o en colaboración con otros investigadores.
- CE05 - Elaborar los datos de laboratorio y presentar los resultados de forma lógica y funcional.
- CE06 - 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.
- CE07 - 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.
- CE08 - Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre



microbiología para asesorar a personas y a organizaciones.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los alumnos van a conocer y comprender tanto desde un punto de vista teórico como práctico tanto los conceptos básicos como los últimos avances 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. Asimismo, van a profundizar en el concepto, técnicas y formas de biorremediación por microorganismos rizosféricos como tecnología de futuro. De esta manera, van a ser capaces de aplicar a la agricultura 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. Además, estarán capacitados para analizar e interpretar trabajos de biofertilización, biorremediación y biocontrol y valorar adecuadamente los resultados.

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.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

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

PRÁCTICO

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

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

1. Dey, M., Ghosh, S. (2022). Arbuscular mycorrhizae in plant immunity and crop pathogen



control. Rhizosphere 22, 100524.

2. Guzmán-Guzmán, P., Kumar, A., de los Santos-Villalobos, S., Parra-Cota, F.I., Orozco-Mosqueda, M.d.C., Fadji, A.E., Hyder, S., Babalola, O.O., Santoyo, G. (2023). Trichoderma species: Our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases—A review. *Plants* 12, 432.

3. Jagadesh, M., Dash, M., Kumari, A., Singh, S.K., Verma, K.K., Kunar, P., Bhatt, R., Sharma, S.K. (2024). Revealing the hidden world of soil microbes: Metagenomic insights into plant, bacteria, and fungi interactions for sustainable agriculture and ecosystem restoration. *Microbiological Research* 285, 127764.

4. Lee, J., Kim, S., Jung, H., Koo, B.-K., Han, J.A., Lee, H.-S. (2023). Exploiting bacterial genera as biocontrol agents: Mechanisms, interactions and applications in sustainable agriculture. *Journal of Plant Biology* 66, 485-498.

5. Lü, H., Tang, G.-X., Huang, Y.-H., Mo, C.-H., Zhao, H.-M., Xiang, L., Li, Y.-W., Li, H., Cai, Q.-Y., Li, Q.X. (2024). Response and adaptation of rhizosphere microbiome to organic pollutants with enriching pollutant-degraders and genes for bioremediation: A critical review. *Science of the Total Environment*, 912, 169425.

6. Pathak, H.K., Chauhan, P.K., Seth, C.S., Dubey, G., Upadhyay, S.K. (2024). Mechanistic and future prospects in rhizospheric engineering for agricultural contaminants removal, soil health restoration, and management of climate change stress. *Science of the Total Environment* 927, 172116.

7. Rangel, L.I., Leveau, J.H.J. (2024). Applied microbiology of the phyllosphere. *Applied Microbiology and Biotechnology* 108(1), 211.

8. Sing, V., Kumar, B. (2024). A review of agricultural microbial inoculants and their carriers in bioformulation. *Rhizosphere* 29, 100843.

9. Torres-Farad , G., Thijs, S., Rineau, F., Guerra, G., Vangronsveld, J. (2024). White rot fungi as tolos for the bioremediation of xenobiotics: A review. *Journal of Fungi* 10(3), 167.

10. Upadhyay, S.K., Singh, G., Rani, N., Rajput, V.D., Seth, C.S., Dwivedi, P., Minkina, T., Wong, M.H., Show, P.L., Khoo, K.S. (2024). Transforming bio-waste into value-added products mediated microbes for enhancing soil health and crop production: Perspective views on circular economy. *Environmental Technology and Innovation* 34, 103573.

11. Vurukond, S.S.K.P., Fotopoulos, V., Saeid, A. (2024). Production of a rich fertilizer base for plants from waste organic residues by microbial formulation technology. *Microorganisms* 12(3), 541.

12. Weng, W., Yan, J., Zhou, M., Yao, X., Gao, A., Ma, C., Cheng, J., Ruan, J. (2022). Roles of arbuscular mycorrhizal fungi as a biocontrol agent in the control of plant diseases. *Microorganisms* 10, 1266.

13. Zenteno-Alegr a, C.O., Yarz bal Rodríguez, L.A., Ciancas Jiménez, J., Álvarez Gutiérrez, P.E., Gunde-Cimerman, N., Batista-García, R.A. (2024). Fungi beyond limits: The agricultural promise of extremophiles. *Microbial Biotechnology* 17(3), e14439.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



ENLACES RECOMENDADOS

1. <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/>
2. <http://www.genomenewsnetwork.org/categories/index/environment/toxic.php>
3. <https://web.archive.org/web/20100914030753/http://www.mobot.org/jwcross/phytoremediation/>
4. http://www.cluin.org/techfocus/default.focus/sec/Bioremediation_of_Chlorinated_Solvents/cat/Overview/
5. <https://www.semicrobiologia.org/>

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

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: 1) Asistencia y participación activa: un 50% de la calificación. 2) Realización de un trabajo complementario sobre un tema propuesto por el profesorado sobre la temática del curso, con exposición pública del mismo, que supondrá el 50% de la calificación, en función de la dificultad del tema, la revisión bibliográfica realizada, el enfoque, la capacidad de síntesis, claridad expositiva durante la exposición, etc.

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.

1. Realización de una práctica de las realizadas por los alumnos del curso durante el periodo de impartición de la asignatura (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 (20%).

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.

La solicitud de evaluación final única debe efectuarse bien en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación, siempre que esta se haya producido con posterioridad al inicio de las clases o bien por causas sobrevenidas. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante 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 durante el periodo de impartición de la asignatura (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 (20%).

INFORMACIÓN ADICIONAL

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>).

