

## DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA

| 1.- Datos de la Asignatura       |                          |       |      |              |            |
|----------------------------------|--------------------------|-------|------|--------------|------------|
| Código                           | 302525                   | Plan  | M071 | ECTS         | 3          |
| Carácter                         | Obligatorio              | Curso | 1º   | Periodicidad | Semestre 1 |
| Idioma de impartición asignatura | castellano               |       |      |              |            |
| Área                             | Microbiología            |       |      |              |            |
| Departamento                     | Microbiología y Genética |       |      |              |            |
| Plataforma virtual               | <a href="#">Studium</a>  |       |      |              |            |

| 1.1.- Datos del profesorado* |   |          |                  |
|------------------------------|---|----------|------------------|
| Profesor Coordinador         | Enrique Monte Vázquez   | Grupo    | 1                |
| Departamento                 | Microbiología y Genética  |          |                  |
| Área                         | Microbiología   |          |                  |
| Centro                       | CIALE   |          |                  |
| Despacho                     | Laboratorio 2   |          |                  |
| Horario de tutorías          | A acordar con los alumnos   |          |                  |
| URL Web                      | <a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56290/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56290/detalle</a> |          |                  |
| E-mail                       | emv@usal.es   | Teléfono | 294500 ext. 5119 |

| 1.2.- Datos del profesorado* |   |          |                  |
|------------------------------|---|----------|------------------|
| Profesor Coordinador         | María Belén Rubio Pérez   | Grupo    | 1                |
| Departamento                 | Microbiología y Genética  |          |                  |
| Área                         | Microbiología   |          |                  |
| Centro                       | CIALE   |          |                  |
| Despacho                     | Laboratorio 6   |          |                  |
| Horario de tutorías          | A acordar con los alumnos   |          |                  |
| URL Web                      | <a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57111/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57111/detalle</a> |          |                  |
| E-mail                       | belenru@usal.es   | Teléfono | 294500 ext. 5126 |

| 1.3.- Datos del profesorado* |                           |       |   |
|------------------------------|---------------------------|-------|---|
| Profesor Coordinador         | Isabel Vicente Muñoz      | Grupo | 1 |
| Departamento                 | Microbiología y Genética  |       |   |
| Área                         | Microbiología             |       |   |
| Centro                       | CIALE                     |       |   |
| Despacho                     | Laboratorio 2             |       |   |
| Horario de tutorías          | A acordar con los alumnos |       |   |

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

|         |   |          |                  |
|---------|---|----------|------------------|
| URL Web | <a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56290/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56290/detalle</a> |          |                  |
| E-mail  | isabel.vicente@usal.es  | Teléfono | 294500 ext. 5112 |

**2.- Recomendaciones previas**

**3.- Objetivos de la asignatura**

Que los alumnos al final de esta asignatura sean capaces de:

- Comprender que existen estrategias de control de enfermedades y plagas en agricultura que son sostenibles y respetuosas con la salud y el medioambiente.
- Valorar las ventajas e inconvenientes de la aplicación del control biológico en la protección de cultivos bajo distintas formas de producción agrícola: convencional, manejo integrado y orgánica.
- Comprender que las estrategias de control biológico son específicas en su mayoría y que su especificidad puede ser una ventaja.
- Distinguir los agentes de control biológico más utilizados en agricultura y sus mecanismos de acción.
- Entender que existen formas de control biológico directo (fuera de la planta) e indirecto (por estimulación de las defensas de la planta).
- Comprender la dificultad del salto desde el laboratorio hasta el campo, y desde éste hasta el registro, producción y comercialización de una materia activa como agente de control biológico.

**4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje**

| Competencias <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>  | Resultados de aprendizaje <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>  |
|---|---|
| <p><b>4.1: Competencias Básicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en materia de biocontrol con los adquiridos en las restantes asignaturas del posgrado de Agrobiotecnología.</li> <li>2. Evaluar las ventajas de los agentes de biocontrol a través de un conocimiento preciso de sus mecanismos de acción y de sus aplicaciones insecticidas, nematocidas, herbicidas y fungicidas.</li> <li>3. Distinguir la bibliografía relevante y de calidad en materia de biocontrol.</li> </ol> | <p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>   |
| <p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomentar la integración de conocimientos teóricos en materia de biocontrol.</li> <li>2. Evaluar las ventajas de los agentes de</li> </ol>  | <p><b>4.2: Habilidades:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en materia de biocontrol en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.</li> <li>2. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis</li> </ol> |

|   |  |
|---|--|
| <p>biocontrol con propiedades insecticidas, nematicidas, herbicidas y fungicidas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Evaluar las ventajas de <i>Trichoderma</i> como agente de biocontrol, estimulador del crecimiento e inductor de las defensas de la planta.</li> <li>4. Elegir los sistemas de producción biotecnológica y de aplicación en ambiente natural de agentes de biocontrol, seleccionando los que mejor se adapten a las particularidades de cada formulación y cada patosistema, y diseñar procedimientos de registro de formulaciones y de solicitud de una patente con agentes de control biológico, respetando las normas éticas, legales, sociales y medioambientales.</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomentar la integración de conocimientos prácticos y teóricos en materia de biocontrol.</li> <li>2. Seleccionar y caracterizar agentes de biocontrol, y aplicar las estrategias de control biológico a la protección de cultivos.</li> <li>3. Analizar las diferentes posibilidades de aplicación de <i>Trichoderma</i> en el control biológico de enfermedades de plantas.</li> </ol> <p>Con la <u>preparación de trabajos y la presentación oral</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan el estudio y la actualización autónoma de conocimientos.</li> <li>2. Evaluar las ventajas de los agentes de biocontrol a través de un conocimiento preciso de sus mecanismos de acción y de sus aplicaciones.</li> <li>3. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados, redacción de protocolos y manejo de bibliografía.</li> <li>4. Desarrollar la capacidad de comunicación oral, comprender las ventajas de escuchar opiniones y críticas razonadas en los debates teóricos de la asignatura, y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.</li> <li>5. Debatir sobre las ventajas de los agentes de biocontrol con propiedades insecticidas, nematicidas, herbicidas y fungicidas.</li> </ol> | <p>sobre la información transmitida por especialistas en la materia.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Desarrollar la capacidad de comunicación oral en público.</li> <li>4. Desarrollar un espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica.</li> <li>5. Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica, la consulta de bases de datos y la utilización de los soportes y herramientas informáticas apropiadas en cada caso.</li> </ol> |
|---|--|

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <p>6. Criticar las diferentes posibilidades de aplicación de <i>Trichoderma</i> en el control biológico de enfermedades de plantas.</p>  |                                  |
| <p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos.</li> <li>2. Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada.</li> <li>3. Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.</li> <li>4. Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos.</li> <li>5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar.</li> <li>6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.</li> <li>8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> </ol> | <p><b>4.3: Competencias:</b></p> |

|   |
|---|
| <p><b>5.- Contenidos (temario)</b></p>  |
| <p>La asignatura se compone de una parte teórica y de otra práctica. Consta de una parte general en la que se describen las características, ventajas e inconvenientes, estrategias de aplicación y tipos de agentes de control biológico; y de una parte aplicada en la que utilizará el microorganismo modelo <i>Trichoderma</i> para abordar las estrategias de selección de cepas, las interacciones con las plantas y otros microorganismos, así como su formulación, aplicación, protección intelectual, registro y comercialización.</p> <p><u>Contenidos teóricos:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control Biológico. Antecedentes históricos. Definición</li> <li>2. Control Biológico. Objetivos. Características y Ventajas</li> <li>3. ¿Cómo se realiza el Control Biológico? Estrategias de Control Biológico.</li> <li>4. Los hongos como agentes de Control Biológico. Clases de antagonistas. Ventajas e inconvenientes.</li> <li>5. Micoinsecticidas. Miconematicidas y Micoherbicidas.</li> <li>6. Micofungicidas. Mecanismos de acción.</li> <li>7. <i>Trichoderma</i> como agente de Control Biológico. Estrategias de Control Biológico con <i>Trichoderma</i> y relación simbiótica con las plantas.</li> <li>8. Interacción molecular <i>Trichoderma</i>-planta. Priming, capacidad bioestimulante y respuestas heredables.</li> </ol> |

9. Taxonomía de *Trichoderma*. Selección y caracterización de cepas.
10. Formulación y comercialización de agentes de Control Biológico. Patentes biotecnológicas.
11. Registro de un agente de Control Biológico. Biopesticidas y Bioestimulantes.
12. ¿Cómo funciona el Control Biológico en ambiente natural? Algunos ejemplos prácticos.
13. El futuro del Control Biológico. (presentación de trabajos, debate y conclusiones).

Contenidos prácticos:

- Recuento de esporas de diferentes cepas de *Trichoderma* y obtención de biomasa.
- Recogida de biomasa y congelación.
- Resiembra de transformantes en diferentes medios líquidos.
- Recogida de micelio y sobrenadantes de cultivos fúngicos.
- Extracción y visualización de RNA.
- Preparación de mezclas para cuantificar expresión génica y programación de PCR a tiempo real.
- Ensayo funcional in vitro en cepa silvestre y transformantes (actividad, resistencia a un estrés térmico, osmótico, salino).

**6.- Metodologías docentes**

Se impartirán clases magistrales, además de sesiones de clases prácticas en el laboratorio. Se llevará a cabo la exposición y defensa de un trabajo elegido por el alumno entre los diferentes temas propuestos por el profesorado. También se realizará un debate en el que participarán, junto a los profesores evaluadores, todos los alumnos matriculados pudiendo hacer preguntas y defender sus ideas. Mediante una tutoría presencial, se pretende extraer conclusiones sobre el control biológico como modelo de producción agrícola y sus diferentes formas de implantación ante los retos de las diferentes sociedades a nivel mundial.

**6.1.- Distribución de metodologías docentes**

|                                      | Horas dirigidas por el profesor |                       | Horas de trabajo autónomo | HORAS TOTALES |
|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
|                                      | Horas presenciales              | Horas no presenciales |                           |               |
| Sesiones magistrales                 | 16                              |                       | 13                        | 29            |
| Prácticas                            | - En aula                       |                       |                           |               |
|                                      | - En el laboratorio             | 12                    | 2                         | 14            |
|                                      | - En aula de informática        |                       |                           |               |
|                                      | - De campo                      |                       |                           |               |
|                                      | - Otras (detallar)              |                       |                           |               |
| Preparación de trabajos y exposición | 4                               |                       | 10                        | 14            |
| Debates                              | 2                               |                       | 12                        | 14            |
| Tutorías                             | 2                               |                       |                           | 2             |
| Actividades de seguimiento online    |                                 |                       |                           |               |
| Preparación de trabajos              |                                 |                       |                           |               |
| Otras actividades (detallar)         |                                 |                       |                           |               |
| Exámenes                             | 2                               |                       |                           | 2             |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>38</b>                       |                       | <b>37</b>                 | <b>75</b>     |

**7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo**

Los alumnos tienen acceso a los recursos educativos a través de la plataforma Studium, en la que se facilitan las lecciones que se imparten en las clases teóricas, así como distintos artículos científicos de revisión y de actualidad relacionados con el Control Biológico.

Bibliografía relevante:

1. Köhl, J., Ravensberg, W.J. (2022). *Microbial bioprotectants for plant disease management*.

Burleigh Dodds Science Publishing: Cambridge (UK) ISBN: 978-178676 8131.

2. De Cal, A., Melgarejo, P., Magan, N. (2020). *How Research Can Stimulate the Development of Commercial Biological Control Against Plant Diseases*. Progress in Biological Control vol. 21. Springer, Cham. ISBN: 978-3030532376.
3. Morán-Diez, M.E., Martínez de Alba, A.E., Rubio, M.B., Hermosa, R. and Monte, E. (2021). *Trichoderma* and the plant heritable priming responses. *Journal of Fungi* 7: 318.
4. Woo, S.L., Hermosa, R., Lorito, M. and Monte, E. (2023). *Trichoderma*: a multipurpose plant beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nature Reviews Microbiology* 21: 312-326.
5. Monte E. (2023). The sophisticated evolution of *Trichoderma* to control insect pests. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 120: e2301971120.
6. Teixidó, N., Usall, J., Torres, R. (2022). Insight into a successful development of biocontrol agents: Production, formulation, packaging, and shelf life as key aspects. *Horticulturae* 8: 305.
7. Collinge et al. (2022). Biological control of plant diseases – What has been achieved and what is the direction? *Plant Pathology* 71:1024-1047.
- Köhl, J. et al. (2011). Stepwise screening of microorganisms for commercial use in biological control of plant-pathogenic fungi and bacteria. *Biological Control* 57: 1-12.
8. Köhl, J., Booij, K., Kolnaar, R., Ravensberg W.J. (2019). Ecological arguments to reconsider data requirements regarding the environmental fate of microbial biocontrol agents in the registration procedure in the European Union. *BioControl* 64: 469-487.
9. Sundh, I., Eilenberg, J. (2021). Why has the authorization of microbial biological control agents been slower in the EU than in comparable jurisdictions? *Pest Management Science* 77: 2170-2178.
10. Philippot, L., Raaijmakers, J., Lemanceau, P. et al. (2013). Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nature Reviews Microbiology* 11: 789-799.
11. Mendes R, KruijtM, de Bruijn I, Dekkers E, van der VoortM, Schneider JH et al. (2011). Deciphering the rhizosphere microbiome for disease-suppressive bacteria. *Science* 332: 1097-1100.
12. Mazzola, M., Freilich, S. (2017). Prospects for biological soilborne disease control: Application of indigenous versus synthetic micrbiomes. *Phytopathology* 107: 256-263.

**8.- Evaluación**

**8.1: Sistemas de evaluación:** Se evaluarán los conocimientos teóricos en una prueba escrita, con preguntas cortas y alguna pregunta de test. Se valorará el informe de prácticas de laboratorio. Se evaluará el contenido y la presentación de un trabajo elegido por el alumno entre diferentes temas propuestos por el profesor, así como la exposición de dicho trabajo y la capacidad de debatir y defender las ideas propias.

**8.2: Criterios de evaluación:**

| Sistema de evaluación                           | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|---|--------------------|--------------------|
| Examen teórico                                  | 20                 | 45                 |
| Informe de prácticas de laboratorio             | 15                 | 25                 |
| Trabajo: contenido y calidad de la presentación | 15                 | 25                 |
| Debate  | 25                 | 30                 |

**8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:**

La recuperación de la asignatura consistirá en la realización, presentación y discusión oral de un trabajo y/o una prueba escrita de diez preguntas de test y tres preguntas cortas.

|  |
|--|
|  |
|--|