

MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS DE INTERÉS AGRÍCOLA: BIOCONTROL

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	Studium				

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	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56290/detalle		
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	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57111/detalle		
E-mail	belenru@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5126

2.- Recomendaciones previas

3.- Objetivos de la asignatura
<p>Que los alumnos al final de esta asignatura sean capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>4.1: Competencias Básicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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. 3. Distinguir la bibliografía relevante y de calidad en materia de biocontrol. 	<p>4.1: Conocimientos:</p>
<p>4.2: Competencias Específicas:</p> <p>Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar la integración de conocimientos teóricos en materia de biocontrol. 2. Evaluar las ventajas de los agentes de biocontrol con propiedades insecticidas, nematocidas, herbicidas y fungicidas. 3. Evaluar las ventajas de <i>Trichoderma</i> como agente de biocontrol, estimulador del crecimiento e inductor de las defensas de la planta. 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, 	<p>4.2: Habilidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 2. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por especialistas en la materia. 3. Desarrollar la capacidad de comunicación oral en público. 4. Desarrollar un espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica. 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.

<p>respetando las normas éticas, legales, sociales y medioambientales.</p> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar la integración de conocimientos prácticos y teóricos en materia de biocontrol. 2. Seleccionar y caracterizar agentes de biocontrol, y aplicar las estrategias de control biológico a la protección de cultivos. 3. Analizar las diferentes posibilidades de aplicación de <i>Trichoderma</i> en el control biológico de enfermedades de plantas. <p>Con la <u>preparación de trabajos y la presentación oral</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan el estudio y la actualización autónoma de conocimientos. 2. Evaluar las ventajas de los agentes de biocontrol a través de un conocimiento preciso de sus mecanismos de acción y de sus aplicaciones. 3. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados, redacción de protocolos y manejo de bibliografía. 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. 5. Debatir sobre las ventajas de los agentes de biocontrol con propiedades insecticidas, nematocidas, herbicidas y fungicidas. 6. Criticar las diferentes posibilidades de aplicación de <i>Trichoderma</i> en el control biológico de enfermedades de plantas. 	
<p>4.3: Competencias Transversales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos. 2. Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada. 3. Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico. 	<p>4.3: Competencias:</p>

<ol style="list-style-type: none"> 4. Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos. 5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar. 6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo. 7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones. 8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. 	
--	--

5.- Contenidos (temario)

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 *Trichoderma* 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.

Contenidos teóricos:

1. Control Biológico. Antecedentes históricos. Definición
2. Control Biológico. Objetivos. Características y Ventajas
3. ¿Cómo se realiza el Control Biológico? Estrategias de Control Biológico.
4. Los hongos como agentes de Control Biológico. Clases de antagonistas. Ventajas e inconvenientes.
5. Micoinsecticidas. Miconematicidas y Micoherbicidas.
6. Micofungicidas. Mecanismos de acción.
7. *Trichoderma* como agente de Control Biológico. Estrategias de Control Biológico con *Trichoderma* y relación simbiótica con las plantas.
8. Interacción molecular *Trichoderma*-planta. Priming, capacidad bioestimulante y respuestas heredables.
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.

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

- 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
TOTAL	38		37	75

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 microbiomes. *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.

**MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS DE INTERES AGRICOLA:
BIOFERTILIZANTES**

1.- Datos de la Asignatura					
Código	302526	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Microbiología				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	http://studium.usal.es				

1.1.- Datos del profesorado			
Profesor Coordinador	Paula García Fraile	Grupo / s	1
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	Fac. Farmacia / CIALE		
Despacho	237 Edificio Departamental de Biología		
Horario de tutorías	Horario de permanencia en el centro, previo contacto por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107676/detalle		
E-mail	paulagarciafraile@usal.es	Teléfono	4677

1.1.- Datos del profesorado			
Profesor Coordinador	Esther Menéndez. Gutiérrez	Grupo / s	1
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	Fac. Farmacia / CIALE		
Despacho	209 Edificio Departamental de Biología		
Horario de tutorías	Horario de permanencia en el centro, previo contacto por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/147952/detalle		
E-mail	esthermenendez@usal.es	Teléfono	4532

2.- Recomendaciones previas
Conocimientos básicos de agricultura, biología, genética y microbiología general y estar iniciados en el manejo de cultivos de microorganismos.

3.- Objetivos de la asignatura
Los alumnos al finalizar la asignatura deben entender y comprender que la agricultura del futuro deberá cumplir una serie de requisitos que implican un cambio de filosofía y la

aplicación de nuevas prácticas encaminadas a reducir al mínimo el impacto ambiental y los daños a la salud del hombre y animales. Una alternativa más saludable y ecológica a los productos agroquímicos es el uso de microorganismos como agentes biológicos útiles para los cultivos y susceptibles, por tanto, de ser utilizados como biofertilizantes por su potencial de favorecer la nutrición de las plantas, la producción de fitohormonas y/o la inducción de las defensas.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Competencias

4.1: Competencias Básicas:

1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que fomenten el estudio y la actualización autónoma de los conocimientos.
2. Diseñar, realizar y analizar experimentos y/o aplicaciones mediante la aplicación del método científico para la resolución de problemas.
3. 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.
4. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.
5. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos ofrecidos en la asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.
6. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.
7. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por el profesorado y sobre la adquirida de manera personal.
8. Llevar a cabo una evaluación crítica de la literatura científica relacionada con el tema objeto de estudio en cada caso y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.
9. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.
10. Aprender estrategias para desarrollar su capacidad de comunicación oral en público haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y para defender sus propuestas en discusiones científicas.
11. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados personalmente y con aquellos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.
12. Adquirir conocimientos sobre métodos, procedimientos experimentales y técnicas de análisis aplicables en la caracterización de los sistemas de interés en agrobiotecnología.
13. Desarrollar su capacidad para tomar decisiones ante situaciones prácticas que requieren la aplicación de procedimientos dados para resolver situaciones reales.
14. Potenciar su capacidad para comparar y poner en relación conceptos y metodologías diferentes con un objetivo común.
15. Realizar estudios especializados mediante la recopilación, interpretación y elaboración de la bibliografía científica más reciente y el uso eficiente de diversas fuentes.

4.2: Competencias Específicas:

Con las clases magistrales se pretende:

1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.

2. Profundizar en el conocimiento de los microorganismos biofertilizantes de la rizosfera y su influencia en la movilización de nutrientes a partir de su comportamiento en ambiente controlado y natural.

Con las clases prácticas se pretende:

1. Saber determinar qué microorganismos promueven el crecimiento vegetal mediante el análisis de los fenotipos simbióticos y su aislamiento e identificación utilizando las diferentes técnicas disponibles, tanto microbiológicas como bioquímicas y moleculares.
2. Saber aplicar una estrategia experimental dirigida a caracterizar los mecanismos simbióticos en una interacción planta-microorganismo mediante un uso correcto de la experimentación en laboratorio e invernadero.
3. Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos del análisis de las interacciones beneficiosas planta-microorganismo a través de la selección precisa de biofertilizantes.
4. Profundizar en el conocimiento de los microorganismos biofertilizantes de la rizosfera y su influencia en la movilización de nutrientes a partir de su comportamiento en ambiente controlado y natural.

Con las tutorías se pretende:

1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.
2. Evaluar críticamente la literatura científica relacionada con el tema objeto de estudio en cada caso y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.

Con la preparación de trabajos y la presentación oral se pretende:

1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la actualización autónoma de los conocimientos.
2. 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.
3. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.
4. Cerciorarse de una manera precisa de los límites del conocimiento actual sobre los tipos, ventajas y posibilidades de los biofertilizantes.
5. Aprender estrategias para desarrollar su capacidad de comunicación oral en público haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y para defender sus propuestas en discusiones científicas.
6. 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.

4.3: Competencias Transversales:

Habilidades de investigación.

Resolución de casos teórico-prácticos.

Trabajo individualizado y en equipo.

Capacidad de aprender y discutir científicamente de forma autónoma.

5.- Contenidos (temario)

<p>Contenidos teóricos</p> <p>Probióticos de Plantas.</p> <p>Bacterias Fijadoras de Nitrógeno en Simbiosis con Leguminosas.</p> <p>Actinorrizas.</p> <p>Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal.</p> <p>Biología Molecular de la Interacción Beneficiosa Planta-Bacteria.</p> <p>Proceso de colonización e Infección de Plantas por Bacterias Beneficiosas.</p> <p>Contenidos prácticos</p> <p>Aislamiento de Bacterias a partir de nódulos: Esterilización de nódulos; obtención de cultivos puros.</p> <p>Ensayos de Nodulación: Esterilización de semillas y germinación; crecimiento en cultivos hidropónicos monoxénicos; análisis de promoción del crecimiento vegetal.</p> <p>Pruebas de Infectividad: Obtención de bacterias marcadas con GUS y/o GFP, crecimiento en cultivos monoxénicos, microscopía óptica y fluorescencia, análisis de fenotipos simbióticos.</p>

<p>6.- Metodologías docentes</p> <p><i>Se impartirán clases magistrales en el aula, apoyadas de presentaciones en PowerPoint, imágenes y vídeos. Además, se impartirán sesiones prácticas en el laboratorio de microbiología orientadas al diseño de biofertilizantes. Por otro lado, se realizarán seminarios especializados, exposiciones y debates, siendo estos dos últimos realizados por el alumnado.</i></p>
--

6.1.- Distribución de metodologías docentes					
		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		12		24	36
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	12		4	16
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		2			2
Exposiciones y debates		2		15	17
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2			2
TOTAL		32		45	75

<p>7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo</p> <p>García-Fraile P, Menéndez E, Rivas R. Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. <i>Aims Bioengineering</i>. 2015;2(3):183-205.</p> <p>Kumar V, Iram S. Eds. <i>Microbial Technology for Agro-Ecosystems Crop Productivity, Sustainability, and Biofortification</i>. Elsevier 2021. https://doi.org/10.1016/C2021-0-03424-6</p> <p>Menendez E, Garcia-Fraile P. Plant probiotic bacteria: solutions to feed the world. <i>AIMS microbiology</i>. 2017;3(3):502.</p>
--

8.- Evaluación

Para valorar las competencias adquiridas en esta asignatura se seguirá un proceso de evaluación continua que incluye:

- Participación en las clases teóricas y prácticas
- Participación en exposiciones y debates
- Evaluación de los contenidos teóricos de las clases magistrales mediante dos pruebas escritas, de preguntas objetivas de respuesta múltiple y de preguntas cortas.
- Evaluación de los contenidos prácticos mediante una prueba escrita de preguntas cortas.

8.1: Criterios de evaluación:

La calificación de la asignatura se obtendrá considerando:

- Evaluación de contenidos teóricos mediante pruebas escritas 60%
- Los seminarios y debates 20 %
- Evaluación de los contenidos prácticos mediante prueba escrita 20 %

Para superar la asignatura es necesario obtener como mínimo la mitad de la valoración asignada a cada uno de los apartados. Los estudiantes que no lo consigan deberán realizar una prueba en la que demuestren que han adquirido las competencias trabajadas en las actividades formativas.

8.2: Sistemas de evaluación:

El proceso de evaluación continua tendrá en cuenta, además de los criterios de evaluación, la actitud e interés mostrado en todas las actividades de la asignatura

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

Resulta imprescindible tener un conocimiento claro de por qué no se superó la asignatura.

PATÓGENOS DE INTERÉS AGRÍCOLA: INTERACCIONES PLANTA-PATÓGENO

1.- Datos de la Asignatura					
Código	302527	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	2024-2025	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Genética				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Campus Virtual de la Universidad de Salamanca (https://studium.usal.es)				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Serenella A. Sukno	Grupo / s	
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Genética		
Centro	CIALE		
Despacho	Despacho D, Laboratorio 1, CIALE		
Horario de tutorías	14:00-15:00 h, en fechas que se imparte la asignatura		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107759/detalle		
E-mail	ssukno@usal.es	Teléfono	923 294500 ext. 5111

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Javier Sánchez Martín	Grupo / s	
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	CIALE		
Despacho	Despacho 7, CIALE		
Horario de tutorías	14:00-15:00 h, en fechas que se imparte la asignatura		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle		
E-mail	j.sanchezmartin@usal.es	Teléfono	634 44 68 55

2.- Recomendaciones previas
Es deseable tener conocimientos básicos de Biología, Fitopatología, Microbiología y Genética.

3.- Objetivos de la asignatura
-Desarrollo de la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en materia de fitopatología en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.
-Desarrollo de la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por especialistas en la materia.
-Desarrollo de la capacidad de comunicación oral en público.

-Desarrollo de espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica.
 -Desarrollo de 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.

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>4.1: Competencias Básicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos. 2. Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada. 3. Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico. 4. Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos. 5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar. 6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo. 7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones. 8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. 	<p>4.1: Conocimientos:</p>
<p>4.2: Competencias Específicas: Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar. 2. Adquirir un espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones. 3. Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos del análisis de las interacciones planta-patógeno. <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo. 2. Determinar qué organismo patógeno es responsable de una enfermedad en un cultivo dado mediante el análisis de los síntomas observados y seleccionar los métodos y procedimientos adecuados para el estudio del mismo. 3. Identificar y caracterizar el patógeno aplicando las diferentes técnicas disponibles, 	<p>4.2: Habilidades:</p>

<p>tanto microbiológicas como bioquímicas y moleculares.</p> <p>4. Saber aplicar una estrategia experimental dirigida a caracterizar los mecanismos de patogenicidad en una interacción planta-patógeno.</p> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar. 2. Evaluar críticamente la literatura científica relacionada con el tema objeto de estudio en cada caso y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante. 3. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados personalmente y con aquellos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones. <p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>presentación oral</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la actualización autónoma de los conocimientos. 2. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. 3. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo. 4. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por el profesorado y sobre la adquirida de manera personal. 5. Aprender estrategias para desarrollar su capacidad de comunicación oral en público haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y para defender sus propuestas en discusiones científicas. 6. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones. 	
<p>4.3: Competencias Transversales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico. - Capacidad de trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida. - Capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo. - Capacidad para comunicar información científica de manera clara y eficaz. - Capacidad para utilizar herramientas 	<p>4.3: Competencias:</p>

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

informáticas básicas para la búsqueda y comunicación de información.

5.- Contenidos (temario)

La asignatura tiene por objeto poner al alumno en contacto con el concepto de enfermedad en el contexto de la patología vegetal y presentar tanto las bases fisiológicas y bioquímicas de los mecanismos de patogenicidad de los distintos grupos de organismos patógenos como las bases genéticas y moleculares de las correspondientes interacciones planta-patógeno.

Contenidos teóricos

Introducción. La enfermedad. Interacciones moleculares planta-patógeno. Principales grupos de organismos patógenos causantes de enfermedad. Los oomicetos y los hongos fitopatógenos. Respuestas de defensa de la planta. Bacterias fitopatógenas y sus mecanismos de patogenicidad. Virus y viroides fitopatógenos y sus mecanismos de patogenicidad. Nematodos fitopatógenos y sus mecanismos de patogenicidad. Plantas parasíticas. Control de las enfermedades.

Contenidos prácticos

Inoculación de un patógeno hemibiotrofo sobre la planta huésped utilizando una cepa que expresa la proteína GFP. Preparación de inóculo y conteo de esporas. Seguimiento del progreso de la infección (mediante inspección visual y mediante microscopía de campo claro y fluorescencia). Cuantificación y evaluación de la lesión causada por el patógeno. Caracterización funcional de la interacción entre proteínas de resistencia y sus efectores patogénicos. Clonación de haplotipos de la proteína de resistencia Pm2 y los correspondientes efectores en *A. tumefaciens*. Infiltración en *N. benthamiana* y evaluación de la reacción de resistencia mediante la cuantificación de muerte celular transcurridos 3-5 días.

6.- Metodologías docentes

- Sesiones magistrales
- Prácticas de laboratorio
- Exposiciones y debates

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		18	34
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	16		5	21
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		3		14	17
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1			1
TOTAL		38		37	75

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

Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th edition. Elsevier Academic Press. London, UK. Nueva edición, 2023

Jiménez Díaz, R. M. y López-González, M.M. (eds): *Libro Blanco de la Sanidad*

Vegetal en España. UCO Press, Editorial Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 2019.

Plant Pathology and Plant Pathogens, 4th Edition John A. Lucas Wiley-Blackwell, 2020.

Plant Pathology concepts and laboratory exercises, 3rd Edition. Bonnie H. Ownley and Robert N. Trigiano. CRC Press Taylor & Francis, 2017.

Ayllón, M.A. y otros. Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides. Sociedad Española de Fitopatología (SEF) eds. España. 2016

López Gonzales, M.M. y otros. Enfermedades de plantas causadas por bacterias. Sociedad Española de Fitopatología (SEF) eds. España. 2018.

Dickinson, M. 2005. Molecular Plant Pathology. Bios Scientific Publishers, London, UK.

Dyakov, Y., Dzhavakhiya, V. and Korpela, T. 2007. Comprehensive and Molecular Phytopathology. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.

Rafael M. Jiménez Díaz y Emilio Montesinos (eds.). Enfermedades de las Plantas causadas por Hongos y Oomicetos. Naturaleza y Control Integrado. Phytoma-España. Valencia, 2010

<http://www.sef.es/sef>

<http://www.apsnet.org>

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

- Exámen teórico
- Informe de prácticas de laboratorio
- Exposiciones y debate

8.2: Sistemas de evaluación:

- Examen teórico escrito 40%
- Informe de prácticas de laboratorio 30%
- Exposiciones y debate 30%

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

- Realización y presentación de un trabajo oral (discusión de un artículo relacionado con las materias tratadas en la asignatura).
- Examen de preguntas cortas.

**Respuesta de la planta a las condiciones adversas del medio:
Estreses bióticos**

1.- Datos de la Asignatura					
Código	302528	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Fisiología Vegetal				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium. Campus Virtual Universidad de Salamanca (https://studium.usal.es)				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Óscar Lorenzo Sánchez	Grupo / s	1/2
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Previa cita de 9 a 19h.		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57380/detalle		
E-mail	oslo@usal.es	Teléfono	923 294500 5117

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

3.- Objetivos de la asignatura
<p>-Analizar los aspectos moleculares de las interacciones planta-patógeno mediante la adquisición de los conocimientos teóricos y prácticos adecuados que le permitan su posterior aplicación biotecnológica.</p> <p>-Adquirir de una visión integrada del funcionamiento de la planta (metabolismo vegetal y su regulación) tras el ataque por diferentes patógenos a través del estudio de la defensa general por parte de la planta.</p> <p>-Realizar de un diagnóstico de las diferentes necesidades y posibilidades de los vegetales en la interacción con agentes patógenos a partir del estudio de moléculas señaladoras.</p> <p>-Evaluar de las ventajas de diferentes sistemas modelo vegetales mediante al análisis de las herramientas genéticas y moleculares disponibles y su aplicación en la resistencia frente a patógenos.</p>

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>
4.1: Competencias Básicas:	4.1: Conocimientos:

<ol style="list-style-type: none"> 1- Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos. 2- Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada. 3- Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico. 4- Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos. 5- Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar. 6- Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo. 7- Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones. 8- Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. 	
<p>4.2: Competencias Específicas: Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar la integración de conocimientos teóricos en materia de defensa frente a patógenos. 2. Adquirir los conocimientos teóricos adecuados sobre los aspectos moleculares de las interacciones planta-patógeno. 3. Adquirir una visión integrada del funcionamiento de la planta (metabolismo vegetal y su regulación) tras el ataque por un patógeno. 4. Conocer las diferentes necesidades y posibilidades de los vegetales en la interacción con agentes patógenos. <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adquirir los conocimientos prácticos adecuados sobre los aspectos moleculares de las interacciones planta-patógeno utilizando sistemas modelo vegetales. 2. Aplicar y comprender los conocimientos adquiridos en materia de defensa frente a patógenos durante las clases teóricas. <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p>	<p>4.2: Habilidades:</p>

<p>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en materia de defensa frente a patógenos con los adquiridos en las restantes asignaturas del posgrado de Agrobiotecnología.</p> <p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>presentación oral</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan el estudio y la actualización autónoma de conocimientos. 2. Desarrollar la capacidad para contrastar y elaborar la información que recibe en clase mediante el uso de bibliografía adecuada. 3. Adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante y de manejo de bibliografía especializada. 4. 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. 5. Tomar conciencia de los avances en el conocimiento actual sobre las interacciones planta-patógeno y los límites ante las posibilidades de aplicación agrobiotecnológica. 6. Aprender estrategias para desarrollar su capacidad de comunicación oral en público haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y para defender sus propuestas en discusiones científicas. 7. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones. 8. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar. 	
<p>4.3: Competencias Transversales: Serán de aplicación las que el estudiante debe adquirir a lo largo del Máster.</p>	<p>4.3: Competencias:</p>

5.- Contenidos (temario)

Se estudiarán los aspectos fisiológicos y moleculares de las enfermedades y el daño causados por virus, bacterias, hongos e insectos, y los mecanismos de defensa que se activan en la planta como consecuencia de la presencia de dichos fitopatógenos. Se prestará especial atención a las bases genéticas y bioquímicas de la resistencia de las plantas a los patógenos (Resistencia Sistémica Adquirida y Resistencia Sistémica Inducida) y las rutas de transducción de señales, incidiendo principalmente en las interacciones hormonales.

Contenidos teóricos

Introducción conceptual al estudio de las interacciones entre planta-patógeno. Aproximaciones experimentales con sistemas modelo. Reconocimiento específico planta-patógeno. Mecanismos generales de defensa de las plantas frente a patógenos. Síntesis de las moléculas señalizadoras en los mecanismos de defensa. Rutas de transducción de señales en la respuesta de defensa de la planta. Interacciones entre rutas de transducción de señales (crosstalk positivo y negativo).

Contenidos prácticos

Estudio de rutas de señalización hormonal en la respuesta a patógenos mediante las herramientas genéticas disponibles en Arabidopsis: mutantes deficientes e insensibles a las distintas hormonas y plantas transgénicas. Utilización de patógenos biotrofos, necrotrofos y hemibiotrofos (cultivo, características morfológicas y análisis de susceptibilidad). Estudio de la infección a nivel molecular con el uso de genes indicadores.

6.- Metodologías docentes

Se emplearán clases magistrales con participación y debate por parte de los estudiantes. Prácticas de laboratorio y preparación, exposición y debate de los trabajos.

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	2		18
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	12	2	15
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	5		5	10
Tutorías	4			4
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	2	1	11	14
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
TOTAL	39	5	31	75

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

- Principles of Plant-Microbe Interactions. 2015. Lugtenberg, B. (Ed.). Springer
- Plant Pathology, 5ª Ed. 2005. Agrios, G.N. Academic Press.
- Molecular Aspects of Plant Disease Resistance. 2009. Parker J. Annual Plant Reviews. Wiley- Blackwell
- Molecular Plant Pathology. 2003. Dickinson, M. Bios Scientific Publishers

- The Molecular Life of Plants. 2013. R. Jones, H. Ougham, H. Thomas, S. Waaland. A. Wiley-Blackwell. American Society of Plant Physiologists.
- Plant Physiology 6ª ed. 2015 (y posteriores). L. Taiz & E. Zeiger. Sinauer Associates Inc. Publishers.
- Plant Cell Walls. 2011. P. Albersheim, A. Darwill, K. Roberts, R. Sederoff, A. Stahelin. Garland Science.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

Se evaluarán las competencias desarrolladas con las actividades de Clase Magistral, Clase Práctica, Análisis de Fuentes Documentales para Preparación de Trabajos y Presentaciones Orales.

8.2: Sistemas de evaluación:

Informe de prácticas de laboratorio (60%)
Exposiciones y debates (40%)

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

Los estudiantes que no superen las actividades previstas tendrán que realizar un trabajo monográfico, designado por el profesor, relacionado con la temática de la asignatura.

RESPUESTA DE LA PLANTA A LAS CONDICIONES ADVERSAS DEL MEDIO: ESTRESSES ABIÓTICOS

1.- Datos de la Asignatura					
Código	302529	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Fisiología Vegetal				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Mónica Calvo Polanco	Grupo / s	1
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Instituto de Investigaciones en Agrobiotecnología (CIALE)		
Despacho	Laboratorio 8		
Horario de tutorías	Cita previa		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/157351/detalle		
E-mail	mcalvopolanco@usal.es	Teléfono	5118

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas
Tener conocimientos de fisiología y biología molecular de plantas, con especial interés en los aspectos relaciones con su desarrollo y las principales rutas hormonales que lo afectan.

3.- Objetivos de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los síntomas provocados por situaciones medioambientales desfavorables mediante el análisis fenotípico, bioquímico y molecular de las plantas. • Interpretar las causas que provocan una situación de estrés en las plantas y analizar la función el diálogo entre las distintas rutas hormonales para obtener una respuesta integrada frente al estrés abiótico. • Integrar los diferentes aspectos relacionados con los mecanismos moleculares de tolerancia de la plantas a estrés abiótico mediante los conocimientos adquiridos en las diferentes actividades formativas de este curso.

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>
4.1: Competencias Básicas: <ul style="list-style-type: none"> • Que el alumnado sepa aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad 	4.1: Conocimientos:

<p>de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con la agrobiotecnología.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que el alumnado sea capaz 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. • Que el alumnado sepa comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que los sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. • Que el alumnado posea las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. 	
<p>4.2: Competencias Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los mecanismos de respuesta de las plantas a situaciones medioambientales desfavorables a nivel fisiológico y fenotípico. • Integrar los diferentes aspectos relacionados con los mecanismos de tolerancia de la planta en situaciones desfavorables mediante los conocimientos adquiridos en las diferentes actividades formativas de este curso. • Desarrollar la capacidad de interpretar las causas que provocan una situación de estrés en las plantas y qué papel juegan las hormonas vegetales mediante el análisis de los resultados obtenidos en las clases prácticas. <p><u>Con las clases magistrales se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir los conocimientos básicos sobre las causas que provocan una situación de estrés en la planta y sus mecanismos de respuesta. • Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar. <p><u>Con las clases prácticas se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrar los conocimientos adquiridos en 	<p>4.2: Habilidades:</p>

<p>las clases magistrales y clases prácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los síntomas provocados por situaciones medioambientales desfavorables mediante el análisis fenotípico de las plantas y comprobar qué papel juegan las hormonas vegetales en las respuestas de las plantas. • Educar, desarrollar y potenciar habilidades para trabajar en equipo. <p><u>Con las tutorías se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y prácticas y fomentar el espíritu crítico para interpretar las causas que provocan una situación de estrés en las plantas en relación con los las diferentes asignaturas del máster. <p><u>Con la preparación de trabajos y la presentación oral se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir la capacidad para llevar a cabo un aprendizaje autónomo mediante el manejo de información procedente de diferentes fuentes bibliográficas. • Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. • Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información adquirida de manera personal, utilizando los conocimientos adquiridos en las clases magistrales. • Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional. 	
<p>4.3: Competencias Transversales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instrumentales: se pretende fomentar la capacidad de análisis y síntesis teniendo en cuenta la información científica y de los principales actores implicados en el sector agroindustrial. • Personales: fomentar el trabajo en equipo y la capacidad para comunicarse con personas no expertas. • Sistémicas: fomentar la habilidad para trabajar de forma autónoma a la vez que coordinada con el resto de compañeros. 	<p>4.3: Competencias:</p>

5.- Contenidos (temario)
 Se analizarán los estreses abióticos más importantes que afectan a los cultivos de interés agrícola

y forestal. Se estudiarán los mecanismos de respuesta que desarrollan las plantas para intentar resistir esas condiciones medioambientales desfavorables, incidiendo fundamentalmente en el papel de las diferentes rutas hormonas vegetales y en las interacciones entre las diferentes moléculas de señalización. Se intentará ofrecer una visión integrada de las bases fisiológico-moleculares con las consecuencias agronómicas que presentan los distintos tipos de estreses.

Contenidos teóricos: Introducción. Estrés hídrico. Estrés salino. Estrés por encharcamiento. Estrés térmico. Estrés por metales pesados. Estrés oxidativo. Papel de las hormonas vegetales. Interacciones entre las distintas rutas de señalización de estrés.

Contenidos prácticos: Estudio de las respuestas de las plantas a diferentes situaciones de estrés abiótico tanto a nivel de germinación como en estadios adultos. Análisis del daño oxidativo provocado por las diferentes situaciones de estrés.

6.- Metodologías docentes

- *Presentación mediante clases magistrales de los contenidos teóricos.*
- *Clases prácticas en el laboratorio como complemento a las clases teóricas.*
- *Realización y presentación de trabajos monográficos individuales o por grupos sobre temas relacionados con la materia.*
- *Tutorías presenciales y/o virtuales.*
- *Trabajo personal y estudio.*
- *Exámenes*

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		18	34
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	12	4	16
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	5		16	21
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2			2
TOTAL	37		38	75

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

- Mittler R, Zandalinas SI, Fichman Y, Van Breusegem F. 2022. Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. *Nature reviews. Molecular Cell Biology*. 23(10):663-679. <https://doi.org/10.1038/s41580-022-00499-2>.
- Affortit P, Ali Ahmed M, Grondin A, Delzon S, Carminati A, Laplaze L. 2024. Keep in touch: the soil–root hydraulic continuum and its role in drought resistance in crops, *Journal of Experimental Botany*, 75 (2): 584–593, <https://doi.org/10.1093/jxb/erad312>
- Delker C, Quint M, Wigge PA. 2022. Recent advances in understanding thermomorphogenesis signaling. *Current Opinion in Plant biology*. 68:102231. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2022.102231>
- Yang Y, Guo Y. 2018. Unraveling salt stress signaling in plants. *Journal of Integrative Plant Biology*. 60(9):796-804. <https://doi.org/10.1111/jipb.12689>.
- Jackson MB, Colmer TD. Response and adaptation by plants to flooding stress. *Ann Bot*. 2005 Sep;96(4):501-5. doi: 10.1093/aob/mci205. PMID: 16217870; PMCID: PMC4247020.
- Ghuge SA, Nikalje GC, Kadam US, Suprasanna P, Hong JC. 2023. Comprehensive mechanisms of heavy metal

toxicity in plants, detoxification, and remediation, Journal of Hazardous Materials, 450:131039.

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131039>.

- Francis B, Aravindakumar CT, Brewer PB, Simon S. 2023. Plant nutrient stress adaptation: A prospect for fertilizer limited agriculture. Environmental and Experimental Botany, 213:105431.
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105431>.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

Examen: computará un 40% de la nota final.

Presentación de un trabajo: 30% de la nota final.

Informe de prácticas 20% de la nota final

Participación en clase y discusión o debate: 10% de la nota final

8.2: Sistemas de evaluación:

Evaluación a través de la participación en las clases, exposiciones y debates, informe de prácticas y examen teórico.

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

La evaluación se realizará una vez que se ha superado cada una de las actividades propuestas en el sistema de evaluación con un mínimo de 5 puntos en cada una de ellas. La recuperación se realizará con trabajo propuesto por el profesor de la asignatura.

HIDROLOGÍA DEL SUELO

1.- Datos de la Asignatura

Código	302530	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Geografía Física				
Departamento	Geografía				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	José Martínez Fernández	Grupo / s	
Departamento	Geografía		
Área	Geografía Física		
Centro	Facultad de Geografía e Historia		
Despacho			
Horario de tutorías			
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56553/detalle		
E-mail	jmf@usal.es	Teléfono	5115

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

--

3.- Objetivos de la asignatura

La impartición de la asignatura pretende conseguir que el alumnado sea capaz de diseñar un protocolo de análisis hidrológico del suelo y poder así caracterizar un suelo desde el punto de vista hidrodinámico y orientado al análisis de su interacción con las plantas, mediante el uso de diferentes herramientas metodológicas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Que el alumno entienda los principios básicos del funcionamiento hidrológico del suelo
- Que el alumno entienda los principios básicos de la interacción entre el agua del suelo y la vegetación
- Que el alumno asimile el carácter aplicado de los conocimientos sobre hidrología del suelo
- Que el alumno sea capaz de llevar a cabo un trabajo práctico de caracterización hidrodinámica del suelo

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>4.1: Competencias Básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que el alumnado sepa 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 la agrobiotecnología. - Que el alumnado sea capaz 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. - Que el alumnado sepa comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que los sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. - Que el alumnado posea las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. 	<p>4.1: Conocimientos:</p>
<p>4.2: Competencias Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de diseñar un protocolo de análisis hidrológico del suelo a partir de un esquema de balance de agua. - Poder caracterizar un suelo desde el punto de vista hidrodinámico mediante las diferentes herramientas metodológicas abordadas. - Saber construir e interpretar la curva de retención hídrica del suelo mediante técnicas experimentales y de modelización. - Ser capaz de inferir, a partir de la experimentación, la aptitud hidrológica de un suelo para su uso agrícola. - Saber analizar las interconexiones entre procesos hidrológicos específicos del suelo mediante las herramientas teóricas y experimentales tratadas en la materia. 	<p>4.2: Habilidades:</p>
<p>4.3: Competencias Transversales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos. - Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada. - Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico. 	<p>4.3: Competencias:</p>

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

<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos. - Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar. - Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo. - Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones. - Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. 	
---	--

5.- Contenidos (temario)

La asignatura pretende abordar el estudio teórico y experimental de los principales procesos hidrológicos (infiltración, retención, almacenamiento, circulación, drenaje, evaporación) que tienen al suelo como escenario y, al mismo tiempo, resultan imprescindibles para entender la dinámica suelo-agua-vegetación. De igual modo, se pretenden aportar las herramientas metodológicas imprescindibles para el estudio de cada uno de esos procesos.

Contenidos teóricos
 La hidrología del suelo en el contexto del Ciclo Hidrológico. Factores edáficos fundamentales. El suelo como sistema poroso. La infiltración. La humedad del suelo. La capacidad de retención hídrica. La conductividad hidráulica. Evaporación y evapotranspiración.

Contenidos prácticos
 Medición del contenido de agua del suelo. Medición de la tensión hídrica del suelo. Determinación de la curva de retención hídrica. Determinación de valores de interés ecofisiológico: Contenido de humedad a saturación, contenido de humedad a capacidad de campo, contenido de humedad en el punto de marchitamiento, cantidad de agua útil para las plantas.

6.- Metodologías docentes

Clases magistrales
 Clases prácticas en el aula y en el laboratorio
 Clases prácticas en el laboratorio

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		20		21	
Prácticas	- En aula	2			
	- En el laboratorio	2			
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				

Seminarios				
Exposiciones y debates	1			
Tutorías	2			
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	1		24	
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2			
TOTAL	30		45	

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

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998): Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irrig. Drain. Pap. 56. FAO, Rome. 300 pp.

BAVER, L.D. et al. (1991): Física de suelos. Ed. Uteha. México. 529 pp.

BOHNE, K. (2005): An introduction into Applied Soil Hydrology. Lecture Notes in GeoEcology. Catena Verlag. Reiskirchen. 231 pp.

DANE, J.H.; TOPP, G.C. (Eds.) (2002): Methods of Soil Analysis: Part 4. Physical Methods. SSSA Book Series. 5. 1692 pp.

DAVIE, T. (2002): Fundamentals of Hydrology. Routledge Fundamentals of Physical Geography. Routledge. London. 169 pp.

DIRKSEN, C. (1999): Soil physics measurements. GeoEcology Paperback. Catena Verlag. Reiskirchen. 154 pp.

FAO (2014). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. Estudio FAO: Riego y drenaje, 66. Roma. 510 pp.

GRAS, R. (1988): Physique du sol pour l'aménagement. Ed. Masson. Paris. 587 pp.

HARTGE, K.H.; HORN, R. (2016): Essential Soil Physics. Schweizerbart Science Publishers. Stuttgart. 391 pp.

HILLEL, D. (1998): Environmental soil physics. Academic Press. San Diego. 771 pp.

KIRKHAM, M. B. (2005): Principles of Soil and Plant Water Relations. Academic Press. 520 pp

KOOREVAAR, P.; MENELIK, G.; DIRKSEN, C. (1983): Elements of Soil Physics. Elsevier. Amsterdam. 228 pp.

KUTILEK, M.; NIELSEN, D.R. (1994): Soil Hydrology. Ed. Catena Verlag. 370 pp.

LIN, H. (Ed.) (2012): Hydropedology: Synergistic Integration of Soil Science and Hydrology. Academic Press. London. 760 pp.

MARSHALL, T.J.; HOLMES, J.W. (1988): Soil Physics. Cambridge University Press. N.Y. 374 pp.

MARTÍN DE SANTA OLALLA, F.J.; LÓPEZ FUSTER, P.; CALERA BELMONTE, A. (2005): Agua y Agronomía. Ed. Mundi Prensa Libros S.A. Madrid. 606 pp.

MUSY, A.; SOUTTER, M. (1991): Physique du sol. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne. 335 pp.

PACHEPSKY, Y.; RAWLS, W.J. (2004): Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. Elsevier. Amsterdam. 512 pp.

PORTA, J.; LOPEZ-ACEVEDO, M.; ROQUERO, C. (1999): Edafología. Eds. Mundi-Prensa. Madrid. 849 pp.

STRANGEWAYS, I. (2003): Measuring the Natural Environment. Cambridge University Press. Cambridge. 534 pp.

TOPP, G.C., REYNOLDS, W.D.; GREEN, R.E. (Eds) (1992): Advances in measurement of soil physical properties: bringing theory into practice. SSSA Special Pub. no. 30. 288 pp.

VILLALOBOS, F.J., FERERES, E. (Eds.) (2017). Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture. Springer International Publishing. Berlin. 555 pp.

WARD, R.C.; ROBINSON, M. (2000): Principles of Hydrology. McGraw-Hill Pub. Maidenhead. 450 pp.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

Las competencias y resultados de aprendizaje se evaluarán de forma continua, teniendo en cuenta la asistencia y participación en clase, la realización de las actividades y trabajos prácticos y, por último, el resultado del examen teórico.

8.2: Sistemas de evaluación:

	Ponderación mínima (%)	Ponderación máxima (%)
Examen teórico	60	70
Trabajo escrito	30	40

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

CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	302536	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	Máster	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	Español				
Área	Fisiología Vegetal				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Pablo Albertos Arranz	Grupo / s	2-3
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Instituto de Investigación en Agrobiotecnología		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Bajo petición		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle		
E-mail	paa@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 5120

1.2.- Datos del profesorado*

Profesor	María Inmaculada Sánchez Vicente	Grupo / s	2-3
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Instituto de Investigación en Agrobiotecnología		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Bajo petición		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/193271/detalle		
E-mail	elfik@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 5120

2.- Recomendaciones previas

Conocimientos previos básicos de biología molecular, genética y fisiología vegetal.

3.- Objetivos de la asignatura

En esta materia se explicarán los diferentes elementos que constituyen el transgén, y los genes marcadores y reportadores más utilizados, así como los distintos vectores de expresión que se han desarrollado. Se analizarán los diferentes métodos de transformación y transferencia de genes a plantas, tanto directos como indirectos. Se introducirán las técnicas de edición genómica. Se expondrán los diferentes aspectos socialmente controvertidos en torno a la producción a gran escala de plantas transgénicas y se evaluarán las soluciones aportadas para favorecer su aceptación pública.

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>4.1: Competencias Básicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos. 2. Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada. 3. Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico. 4. Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos. 5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar. 6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo. 7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones. 8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional. 	<p>4.1: Conocimientos:</p>
<p>4.2: Competencias Específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar un protocolo de modificación genética para resolver un problema de un determinado cultivo, empleando las técnicas y herramientas actualmente disponibles, considerando el impacto ambiental de la modificación que se propone. 2. Realizar un proceso de transformación genética aplicando un protocolo y analizar críticamente los resultados obtenidos. 3. Evaluar los procedimientos de transformación genética de plantas de interés agrícola y su adecuación a la solución de un problema, mediante el análisis de bibliografía específica. 	<p>4.2: Habilidades:</p>
<p>4.3: Competencias Transversales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidad de análisis y síntesis. 2. Trabajo en equipo. Capacidad para comunicarse con personas no expertas. 3. Habilidad para trabajar de forma autónoma. 	<p>4.3: Competencias:</p>

5.- Contenidos (temario)

Contenidos teóricos

Breve introducción a la regulación genética en plantas y su importancia en la transgénesis. Plantas transgénicas, cisgénicas e intragénicas. Pasos en la construcción de plantas transgénicas. Construcción de los vectores de expresión. Elementos de los transgenes: promotores, genes de selección, genes delatores. Vectores de expresión. Minicromosomas. Transferencia de genes a células vegetales. Métodos directos: biolística, transformación de protoplastos, microinyección, transformación de gametos. Métodos indirectos: *Agrobacterium*, *Rhizobium* y virus vegetales. Transformación de cloroplastos: características de transgenes y vectores. Eliminación de genes marcadores. Ingeniería multigénica. Introducción a la edición genómica.

Contenidos prácticos

Construcción de vectores de expresión usando el sistema Gateway. Transformación de *Agrobacterium tumefaciens* por electroporación y selección de colonias transformadas. Transformación de *Arabidopsis thaliana* por inmersión floral.

6.- Metodologías docentes

Con las clases magistrales se pretende:

1. Evaluar y diseñar un protocolo de modificación genética mediante la descripción de las técnicas y herramientas actualmente disponibles.
2. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.

Con las clases prácticas se pretende:

1. Aplicar métodos de transformación estable y transitoria de plantas siguiendo un protocolo. Integrar los conocimientos teóricos y prácticos presentando los resultados obtenidos aplicando el método científico.
2. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.
3. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.

Con las tutorías se pretende:

1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la actualización autónoma de los conocimientos.
2. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por el profesorado y sobre la adquirida de manera personal.
3. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados personalmente y con aquellos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.

Con la preparación de trabajos, el debate y la presentación oral se pretende:

1. Diseñar un protocolo de modificación genética para resolver un problema de un determinado cultivo, empleando las técnicas y herramientas actualmente disponibles, considerando el impacto ambiental de la modificación que se propone.
2. 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.
3. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.
4. Adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.
5. Mejorar su capacidad para manejar información en inglés.
6. Evaluar un determinado procedimiento y su adecuación al problema.
7. Aprender estrategias para desarrollar su capacidad de comunicación oral en público de los aspectos principales de un artículo haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y para defender sus propuestas en discusiones científicas.

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

8. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones, según las técnicas y herramientas actualmente disponibles.

6.1.- Distribución de metodologías docentes					
		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15			15
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	15		10	25
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4		10	14
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		5		15	20
Otras actividades (detallar):					
Exámenes					
TOTAL		40		35	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo
<p>Libros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biochemistry and Molecular Biology of Plants (2a Edición) (2016). B.B. Buchanan, W. Gruissen, R.L. Jones. • Plant Physiology and Development (5a/6a/7a Edición) (2015). L. Taiz., E. Zeiger, I. M. Moller, A. Murphy. • Plant Biotechnology And Genetics: Principles, Techniques, and Applications (Edición En Inglés, Wiley). 2018. Jr. C. Neal Stewart. • Biolistic DNA Delivery in Plants. Methods and Protocols. Edited by Sachin Rustgi & Hong Luo. Springer Nature. 2020 <p>PubMed: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=plant+genetic+transformation</p> <p>Teaching Tools in Plant Biology, published by the American Society of Plant Biologists: https://academic.oup.com/plcell/pages/teaching-tools-plant-biology</p> <p>Ejemplos de artículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su, W., Xu, M., Radani, Y., & Yang, L. (2023). Technological development and application of plant genetic transformation. AG. doi:10.3390/ijms241310646. • Zhang, D., Zhang, Z., Unver, T., & Zhang, B. (2020). CRISPR/cas: A powerful tool for gene function study and crop improvement. Journal of Advanced Research, 29, 207-221. doi:10.1016/j.jare.2020.10.003. • Kumar K, Gambhir G, Dass A, Tripathi AK, Singh A, Jha AK, Yadava P, Choudhary M, Rakshit S. Genetically modified crops: current status and future prospects. Planta. 2020. 251(4):91. doi: 10.1007/s00425-020-03372-8.

8.- Evaluación
<p>8.1: Criterios de evaluación: Se evaluará la capacidad del alumno de haber adquirido y asimilado los conocimientos generales y particulares de la construcción de plantas transgénicas usando aproximaciones biotecnológicas.</p>

Esto se tendrá que ver reflejado en un trabajo escrito y su correspondiente presentación y debate en clase de un supuesto práctico de la construcción de una planta transgénica, los métodos utilizados, sus aplicaciones y el posible efecto en distintos ámbitos de la sociedad. Además, se evaluará un informe de prácticas donde el alumno deberá reflejar que ha entendido y es capaz de explicar con claridad los métodos utilizados en prácticas, interpretar y discutir los resultados obtenidos en un contexto científico.

8.2: Sistemas de evaluación:

Participación activa en las clases teóricas y prácticas mediante preguntas y capacidad de respuesta: 10%

Informe de prácticas de laboratorio: 40%

Trabajo escrito del seminario con un supuesto práctico: máximo 25%

Presentación y debate del seminario con un supuesto práctico: 25%

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

Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos y explicar las técnicas utilizadas con claridad, destacando los pasos importantes en el proceso. La evaluación de la recuperación constará de un examen (máximo 10 puntos), con un supuesto práctico de construcción de una planta transgénica indicando paso a paso la técnica utilizada, donde se evaluará la capacidad del alumno de expresar y discutir los conocimientos adquiridos.

CULTIVOS *IN VITRO* DE CÉLULAS Y TEJIDOS VEGETALES

1.- Datos de la Asignatura					
Código	302537	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	Máster	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Fisiología Vegetal				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	María Inmaculada Sánchez Vicente	Grupo / s	2-3
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Instituto de Investigación en Agrobiotecnología		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	A coordinar entre alumno y profesor		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/193271/detalle		
E-mail	elfik@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 5120

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Pablo Albertos Arranz	Grupo / s	2-3
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Instituto de Investigación en Agrobiotecnología		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	A coordinar entre alumno y profesor		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle		
E-mail	paa@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 5120

2.- Recomendaciones previas
Conocimientos previos básicos de biología molecular, genética y fisiología vegetal.

3.- Objetivos de la asignatura
Al finalizar el curso el alumno será capaz de manejar las principales técnicas de propagación vegetal de células y tejidos cultivados <i>in vitro</i> y de aplicarlas a la mejora vegetal y a la obtención de productos bioactivos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje
Competencias
4.1: Competencias Básicas:
1. Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos.
2. Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada.

3. Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.
4. Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos.
5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar.
6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.
7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.
8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.

4.2: Competencias Específicas:

1. Adquirir conocimientos sobre técnicas de cultivo *in vitro* que permiten el crecimiento y desarrollo de partes aisladas de las plantas para desarrollar la capacidad de aplicación de esta tecnología en la agricultura.
2. Diseñar protocolos que permitan introducir material vegetal *in vitro* para su conservación, propagación y mejora y de evaluar de forma crítica las posibilidades y limitaciones que el *cultivo in vitro* ofrece como solución biotecnológica a problemas clásicos en agricultura.
3. Emplear técnicas que permitan la micropropagación por distintas vías de diferenciación y la manipulación de cultivos celulares discontinuos.

4.3: Competencias Transversales:

1. Capacidad de análisis y síntesis.
2. Trabajo en equipo. Capacidad para comunicarse con personas no expertas.
3. Habilidad para trabajar de forma autónoma.

5.- Contenidos (temario)

Contenidos teóricos

Técnicas básicas del cultivo *in vitro*. Explantos. Asepsia. Medios de cultivo. Inducción y mantenimiento de callos y suspensiones celulares. Organogénesis. Variabilidad. Micropropagación clonal. Embriogénesis. Protoplastos. Obtención de haploides. Fusión de protoplastos. Aislamiento de mutantes en cultivos celulares. Clonaje de líneas celulares. Producción de compuestos bioactivos. Sistemas de producción. Elicitores. Biotransformación. Adaptaciones a la producción a gran escala.

Contenidos prácticos

Esterilización y preparación del material vegetal para su cultivo *in vitro*. Medios sólidos y líquidos. Aislamiento y cultivo de explantos para la obtención de callos indiferenciados, organogénesis y embriogénesis somática. Obtención de haploides por microsporogénesis. Obtención de protoplastos a partir de tejido foliar. Caracterización de una suspensión celular: cinética de crecimiento y viabilidad. Producción de metabolitos secundarios en suspensiones celulares.

6.- Metodologías docentes

Con las clases magistrales se pretende:

1. Adquirir conocimientos sobre técnicas de cultivo *in vitro* que permiten el crecimiento y desarrollo de partes aisladas de las plantas para desarrollar la capacidad de aplicación de esta tecnología en la agricultura.
2. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.

Con las clases prácticas se pretende:

1. Emplear técnicas que permitan la micropropagación por distintas vías de diferenciación y la manipulación de cultivos celulares discontinuos.
2. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.
3. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.

Con las tutorías se pretende:

1. Orientar al alumno en la adquisición de herramientas de aprendizaje que le permitan continuar su formación autónoma en materia de cultivos *in vitro* de células y tejidos vegetales
2. Proporcionar criterios objetivos para la búsqueda de información y el desarrollo de proyectos en relación con las aplicaciones biotecnológicas de los cultivos.

Con la preparación de trabajos y la presentación oral se pretende:

1. Aprender a diseñar y desarrollar un proyecto al tiempo que se adquieren habilidades de análisis de información, tratamiento, interpretación, elaboración y estructuración de un trabajo.
2. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la actualización autónoma de los conocimientos.
3. Utilizar el lenguaje verbal para comunicar un tema manteniendo la atención de la audiencia, haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación para defender sus propuestas en discusiones científicas.
4. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15			15
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	15		13	28
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4		15	19
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				12	12
Otras actividades (Preparación de informe)					
Exámenes					
TOTAL		35		40	75

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

Recursos electrónicos de la Universidad de Salamanca (acceso a artículos, libros electrónicos, monografías, etc)
 Teaching Tools in Plant Biology

JoVE (Journal of Visualized Experiments)

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

Convocatoria ordinaria:

Clases magistrales: Asistencia y actitud (10%)

Clases prácticas: Asistencia a prácticas y actitud (12%) + informe de prácticas (28%)

Seminarios: Asistencia y actitud (15%) + trabajo escrito y exposición (claridad, conocimientos sobre el tema, calidad de la presentación) (35%)

Convocatoria extraordinaria:

Se realizará un examen de tipo test en el que se evaluarán los contenidos de las clases magistrales y las prácticas.

8.2: Sistemas de evaluación:

Participación activa y actitud en las clases teóricas y prácticas mediante preguntas y capacidad de respuesta, así como la asistencia a las mismas: 10%

Prácticas de laboratorio (informe, actitud y asistencia): 40%

Seminarios (trabajo escrito, presentación, actitud y asistencia): 50%

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

Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos y explicar las técnicas utilizadas con claridad, destacando los pasos importantes en el proceso. La evaluación de la recuperación constará de un examen (máximo 10 puntos), que constará de preguntas de tipo test donde se evaluará la capacidad del alumno en relación con los conocimientos adquiridos.