

**“TÍTULO”**  
**MÁSTER UNIVERSITARIO EN: AGROBIOTECNOLOGÍA**  
**Página web: <http://agrobiotecnologia.usal.es/>**

**CURSO 2024-2025**

**ÓRGANO ACADÉMICO RESPONSABLE**

Instituto de Investigación en Agrobiotecnología, CIALE ([ciale@usal.es](mailto:ciale@usal.es))  
Campus de Villamayor  
Calle del Duero, 12, 37185 Villamayor  
Tf +34 923294790

**ÓRGANO ADMINISTRATIVO RESPONSABLE**

Facultad de Biología ([adm.fb@usal.es](mailto:adm.fb@usal.es))  
Campus Miguel de Unamuno, 37007 Salamanca  
Tf +34 923294470

**DIRECTOR Y RESPONSABLE ACADÉMICO**

M. Belén Rubio Pérez ([belenru@usal.es](mailto:belenru@usal.es))  
Departamento de Microbiología y Genética. Facultad de Farmacia  
Instituto de Investigación en Agrobiotecnología (CIALE)  
Universidad de Salamanca  
Tf +34 923294500 ext. 5126

**TIPO DE FORMACIÓN**

Académica   
Profesional   
Investigadora x

**CAMPOS CIENTIFICOS DEL MASTER**

Ciencias Experimentales x      Enseñanzas Técnicas   
Ciencias de la Salud       Humanidades   
Ciencias Sociales y Jurídicas

**DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS**

El objetivo general de este Máster Universitario es profundizar en los aspectos agrobiotecnológicos relacionados con la interacción de las plantas con el medio externo biótico y abiótico y la posibilidad de mejora agrícola.

Se pretende proporcionar un sólido conocimiento de temas concretos de la Biotecnología Agrícola que capacite a los/las estudiantes para el desarrollo de su actividad profesional futura en investigación en organismos/centros públicos o privados, industrias biotecnológicas, docencia, divulgación científica y otras labores relacionadas con la Agrobiotecnología.

En este sentido, el Máster Universitario podrá responder a las necesidades de formación continua, profundización de conocimientos, formación profesional y adquisición de competencias tecnológicas en el campo de la Agrobiotecnología y a la formación cualificada y el perfeccionamiento del desarrollo científico y técnico de los/las graduados/as.

## PERFIL/ES DE INGRESO Y REQUISITOS DE FORMACIÓN PREVIA

Los criterios de acceso a este Máster Universitario se regirán por lo establecido en el artículo 16 del RD 1393/2007. La formación previa más adecuada para obtener buenos rendimientos formativos en este Máster Universitario es la conseguida mediante los grados en Biotecnología, Biología, Ingeniería Agrícola y de Montes, Ciencias Ambientales, y Farmacia u otros estudios incluidos en el campo científico de Ciencias.

## CRITERIOS DE ADMISIÓN Y SELECCIÓN

No se plantean condiciones o pruebas de acceso especiales. Los/as estudiantes deberán tener el nivel de inglés medio que se obtiene con las competencias adquiridas al obtener un título de grado o una licenciatura. Este nivel les permitirá comprender, asimilar y analizar toda la información disponible en internet, en libros, revistas científicas y en los seminarios impartidos por científicos cuya lengua materna no sea el español.

En el caso de que el número de solicitudes supere el número máximo de alumnos/as, éstos se seleccionarán en primer lugar en función de la adecuación de sus estudios previos a los objetivos del Máster Universitario. En este sentido se priorizará a los alumnos que hayan obtenido el grado en Biotecnología, Biología, Ingeniería Agrícola y de Montes, Ciencias Ambientales y Farmacia, frente a otros grados de Ciencias.

Si el número de solicitudes de los grados antes nombrados supera el número máximo de alumnos/as, por lo que no se resolvería la selección con el primer criterio, el alumnado perteneciente a estos grados se ordenaría en función de la nota media del expediente académico obtenido en el grado, admitiéndose a los 30 primeros.

## FECHAS, CENTRO Y AULAS DONDE SE IMPARTIRÁ

Se impartirá entre el mes de septiembre y el mes de julio (según propuesta de calendario académico 2024/2025 o en todo caso desde la primera a la última semana del calendario académico), en las aulas del CIALE y del Campus “Miguel de Unamuno”

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

CRÉDITOS: 60

DURACIÓN EN CURSOS ACADÉMICOS: 1

NÚMERO DE PLAZAS:

*Mínimo:* 10

*Máximo:* 30

## LISTA DE PROFESORES

*Profesores de la Universidad de Salamanca:*

Dr. Pablo Albertos Arranz, [paa@usal.es](mailto:paa@usal.es)

Dra. Lucía Albornos Llorente, [lucialbornos@usal.es](mailto:lucialbornos@usal.es)

Dr. Josep Daniel Asís Pardo, [asis@usal.es](mailto:asis@usal.es)

Dra. Laura Baños Picón, [lbanos@usal.es](mailto:lbanos@usal.es)

Dra. Mónica Calvo Polanco, [mcalvopolanco@usal.es](mailto:mcalvopolanco@usal.es)

Dr. José María Díaz Mínguez, [josediaz@usal.es](mailto:josediaz@usal.es)

Dra. Paula García Fraile, [paulagf81@usal.es](mailto:paulagf81@usal.es)

Dra. Rosa Hermosa Prieto, [rhp@usal.es](mailto:rhp@usal.es)

Dr. Óscar Lorenzo Sánchez, [oslo@usal.es](mailto:oslo@usal.es)

Dr. José Ignacio Martín Sánchez, [a56562@usal.es](mailto:a56562@usal.es)

Dr. José Martínez Fernández, [jmf@usal.es](mailto:jmf@usal.es)

Dra. Esther Menéndez Gutiérrez [esthermenendez@usal.es](mailto:esthermenendez@usal.es)

Dr. Enrique Monte Vázquez, [emv@usal.es](mailto:emv@usal.es)  
Dr. Ernesto Pérez Benito, [epbenito@usal.es](mailto:epbenito@usal.es)  
Dra. M<sup>a</sup> Belén Rubio Pérez, [belenru@usal.es](mailto:belenru@usal.es)  
Dr. Javier Sánchez Martín [j.sanchezmartin@usal.es](mailto:j.sanchezmartin@usal.es)  
Dra. Estefanía Sánchez Reyes, [fani\\_sanchez@usal.es](mailto:fani_sanchez@usal.es)  
Dra. Inmaculada Sánchez Vicente, [elfik@usal.es](mailto:elfik@usal.es)  
Dra. Serenella Sukno, [ssukno@usal.es](mailto:ssukno@usal.es)  
Dr. Michael R. Thon, [mthon@usal.es](mailto:mthon@usal.es)

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará de forma independiente en las distintas asignaturas que componen el Máster Universitario. Habrá que superar todas las asignaturas para obtener el Título de Máster Universitario. El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo dispuesto en el art. 5 del Real Decreto 1125/2003 de 5 de septiembre (BOE 18 de septiembre), por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Sistema de calificaciones: 0-4.9 = Suspenso; 5-6.9 = Aprobado; 7-8.9 = Notable; 9-10 = Sobresaliente; 9-10 = Matrícula de Honor (Graciable).

## **PRÁCTICAS EXTERNAS Y ACTIVIDADES FORMATIVAS A DESARROLLAR EN ORGANISMOS COLABORADORES**

No se realizarán prácticas externas.

En el CIALE se impartirán seminarios de investigación a lo largo de todo el curso académico.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

MÁSTER EN AGROBIOTECNOLOGÍA

60 CRS. ECTS

<b>Asignaturas obligatorias (profesor)</b>	<b>Nº Créditos</b>	<b>Semestre</b>
Microorganismos beneficiosos de interés agrícola: Biocontrol (Enrique Monte Vázquez; M <sup>a</sup> Belén Rubio Pérez)	3	1º
Microorganismos beneficiosos de interés agrícola: Biofertilizantes (Paula García Fraile, Esther Menéndez Gutiérrez)	3	1º
Patógenos de interés agrícola: interacciones planta-patógeno (Serenella Sukno; Javier Sánchez Martín)	3	1º
Respuesta de la planta a las condiciones adversas del medio: Estrés bióticos (Oscar Lorenzo Sánchez)	3	1º
Respuesta de la planta a las condiciones adversas del medio: Estrés abióticos (Mónica Calvo Polanco)	3	1º
Hidrología del suelo (José Martínez Fernández)	3	1º
Aplicaciones agrícolas de las plantas transgénicas (Lucía Albornos Llorente)	3	2º
Bancos de Germoplasma y Conservación de la Agrobiodiversidad (Estefanía Sánchez Reyes)	3	2º
Bioinformática y Genómica Computacional (Michael R. Thon)	3	2º
Agrigenómica y proteómica (Rosa Hermosa Prieto; Javier Sánchez Martín)	3	2º
Mejora Genética Vegetal (José María Díaz Mínguez)	3	2º
Construcción de plantas transgénicas (Pablo Albertos Arranz; M. Inmaculada Sánchez Vicente)	3	1º
Cultivos <i>in vitro</i> de células y tejidos vegetales (M. Inmaculada Sánchez Vicente; Pablo Albertos Arranz)	3	1º
Análisis de la variabilidad genética: fundamentos, métodos y aplicaciones (Ernesto Pérez Benito)	3	2º
<b>TOTAL CRÉDITOS ECTS OBLIGATORIOS</b>	<b>42</b>	

<b>Asignatura Optativas (Profesor)</b>	<b>Créditos</b>	<b>Semestre</b>
Fisiología Vegetal aplicada a la agricultura (Óscar Lorenzo Sánchez)	3	1º
Sistemas de producción de microorganismos (M. Belén Pérez Rubio)	3	1º
La biomasa vegetal en la producción de biocombustibles (José Ignacio Martín Sánchez)	3	2º
Las plantas como biofactorías (Pablo Albertos Arranz)	3	2º
Insectos de interés en medios agrícolas (Josep Daniel Asís Pardo; Laura Baños Picón)	3	2º
	3	2º
<b>TOTAL CRÉDITOS ECTS OPTATIVOS (los alumnos cursarán 9 créditos)</b>		

	<b>Nº Créditos</b>	<b>Semestre</b>
<b>Trabajo Fin de Máster (Obligatorio)</b>	9	1º y 2º

## **PROGRAMACIÓN ACADÉMICA**

El Máster Universitario de Agrobiotecnología se organiza en 4 Módulos con un total de 60 créditos ECTS que contienen toda la formación teórica y práctica que el alumnado debe adquirir.

Las diferentes asignaturas que componen el Máster Universitario se irán desarrollando sucesivamente en el tiempo, en la secuencia temporal que hemos considerado más adecuada a los intereses formativos del alumnado. Teniendo en cuenta que cada asignatura tiene 3 créditos ECTS (75 horas), se le asignarán 2 semanas consecutivas para su realización completa, incluyendo las actividades de evaluación. Las 5 horas que no son ocupadas por la actividad de dicha asignatura se utilizarán para que el alumnado comience el trabajo de Fin de Máster, que por tanto se repartiría entre el primer y segundo semestre, siendo este último el de mayor carga horaria.

### **MÓDULO 1: Interacciones de las plantas con otros organismos y el ambiente, 24 créditos ECTS**

El primer módulo, con 24 créditos ECTS repartidos en 8 asignaturas obligatorias, engloba aquellas materias que inciden en los aspectos teóricos fundamentales de la Agrobiotecnología relacionados con las interacciones de las plantas con otros organismos y el ambiente. En este sentido el alumnado estudiará los microorganismos patógenos y beneficiosos para los cultivos y las respuestas de la planta a este estrés biótico. El estrés abiótico es un factor asimismo muy importante para el rendimiento de los cultivos, por lo que el alumnado estudiará la hidrología del suelo y cómo la planta responde al estrés abiótico. En este bloque se engloba cómo las plantas transgénicas pueden ser útiles para aumentar la resistencia de los cultivos a los estreses bióticos y abióticos. Además, se estudiará cómo se puede conservar la agrobiodiversidad y la creación, mantenimiento y aplicaciones de los Bancos de Germoplasma.

# MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS DE INTERÉS AGRÍCOLA: BIOCONTROL

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302525	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	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	<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	
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

## 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.

<b>4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje</b>	
<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <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 biocontrol con propiedades insecticidas, nematocidas, herbicidas y fungicidas.</li> <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</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 sobre la información transmitida por especialistas en la materia.</li> <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>

aplicación de *Trichoderma* en el control biológico de enfermedades de plantas.

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

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 *Trichoderma* en el control biológico de enfermedades de plantas.

**4.3: Competencias Transversales:**

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.

**4.3: Competencias:**



## 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.
- 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	<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:

- Köhl, J., Ravensberg, W.J. (2022). *Microbial bioprotectants for plant disease management*. Burleigh Dodds Science Publishing: Cambridge (UK) ISBN: 978-178676 8131.
- 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.
- 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.
- 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.
- Monte E. (2023). The sophisticated evolution of *Trichoderma* to control insect pests. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 120: e2301971120.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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	Studium				

### 1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Paula García Fraile	Grupo / s	1
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	Fac. Farmacia / CIALE		
Despacho	Laboratorio 237 Edificio Departamental de Biología		
Horario de tutorías	Horario de permanencia en el centro, previo contacto por e-mail		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107676/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107676/detalle</a>		
E-mail	paulagarciafraile@usal.es	Teléfono	294500 ext. 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	Laboratorio 209 Edificio Departamental de Biología		
Horario de tutorías	Horario de permanencia en el centro, previo contacto por e-mail		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/147952/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/147952/detalle</a>		
E-mail	esthermenendez@usal.es	Teléfono	294532 ext. 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** *Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021*

**Resultados de aprendizaje** *Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021*

##### 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

##### 4.1: Conocimientos:

<p>para resolver situaciones reales.</p> <p>14. Potenciar su capacidad para comparar y poner en relación conceptos y metodologías diferentes con un objetivo común.</p> <p>15. Realizar estudios especializados mediante la recopilación, interpretación y elaboración de la bibliografía científica más reciente y el uso eficiente de diversas fuentes.</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. 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.</li> <li>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.</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>3. Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos del análisis de las interacciones beneficiosas planta-microorganismo a través de la selección precisa de biofertilizantes.</li> <li>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.</li> </ol> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

<p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>presentación oral</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la actualización autónoma de los conocimientos.</li> <li>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.</li> <li>3. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> <li>4. Cerciorarse de una manera precisa de los límites del conocimiento actual sobre los tipos, ventajas y posibilidades de los biofertilizantes.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> </ol>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p>Habilidades de investigación.  Resolución de casos teórico-prácticos.  Trabajo individualizado y en equipo.  Capacidad de aprender y discutir científicamente de forma autónoma.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

<p><b>5.- Contenidos (temario)</b></p> <p><u>Contenidos teóricos</u>  Probióticos de Plantas.  Bacterias Fijadoras de Nitrógeno en Simbiosis con Leguminosas.  Actinorrizas.  Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal.  Biología Molecular de la Interacción Beneficiosa Planta-Bacteria.  Proceso de colonización e Infección de Plantas por Bacterias Beneficiosas.</p> <p><u>Contenidos prácticos</u>  Aislamiento de Bacterias a partir de nódulos: Esterilización de nódulos; obtención de cultivos puros.  Ensayos de Nodulación: Esterilización de semillas y germinación; crecimiento en cultivos hidropónicos monoxénicos; análisis de promoción del crecimiento vegetal.  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>
--

## 6.- Metodologías docentes

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.

### 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
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>		<b>45</b>	<b>75</b>

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

García-Fraile P, Menéndez E, Rivas R. Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. Aims Bioengineering. 2015;2(3):183-205.

Kumar V, Iram S. Eds. Microbial Technology for Agro-Ecosystems Crop Productivity, Sustainability, and Biofortification. Elsevier 2021. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-03424-6>

Menendez E, Garcia-Fraile P. Plant probiotic bacteria: solutions to feed the world. AIMS microbiology. 2017;3(3):502.

## 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	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Genética				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

### 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Serenella A. Sukno	Grupo / s	1
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	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107759/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107759/detalle</a>		
E-mail	ssukno@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5111

### 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Javier Sánchez Martín	Grupo / s	1
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	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle</a>		
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** *Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021*

**Resultados de aprendizaje** *Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021*

##### 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.

##### 4.1: Conocimientos:

##### 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. 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.

Con las clases prácticas se pretende:

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

##### 4.2: Habilidades:

procedimientos adecuados para el estudio del mismo.

3. Identificar y caracterizar el patógeno aplicando las diferentes técnicas disponibles, tanto microbiológicas como bioquímicas y moleculares.
4. Saber aplicar una estrategia experimental dirigida a caracterizar los mecanismos de patogenicidad en una interacción planta-patógeno.

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.
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 y la presentación oral se pretende:

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.

**4.3: Competencias Transversales:**

- Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.

**4.3: Competencias:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.</li> <li>- Capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo.</li> <li>- Capacidad para comunicar información científica de manera clara y eficaz.</li> <li>- Capacidad para utilizar herramientas informáticas básicas para la búsqueda y comunicación de información.</li> </ul>	
---	--

**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 patogenidad 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 patogenidad. Virus y viroides fitopatógenos y sus mecanismos de patogenidad. Nematodos fitopatógenos y sus mecanismos de patogenidad. 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	<b>34</b>
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	16	5	<b>21</b>
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	3		14	<b>17</b>
Tutorías	2			<b>2</b>
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: Estrés bióticos

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	302528	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	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	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	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57380/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57380/detalle</a>		
E-mail	oslo@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5117

### 2.- Recomendaciones previas

### 3.- Objetivos de la asignatura

- 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.
- 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.
- 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 señalizadoras.
- 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.

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> <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</li> </ol>	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>base del método científico.</p> <ol style="list-style-type: none"> <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>4.2: Competencias Específicas:</b> 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 defensa frente a patógenos.</li> <li>2. Adquirir los conocimientos teóricos adecuados sobre los aspectos moleculares de las interacciones planta-patógeno.</li> <li>3. Adquirir una visión integrada del funcionamiento de la planta (metabolismo vegetal y su regulación) tras el ataque por un patógeno.</li> <li>4. Conocer las diferentes necesidades y posibilidades de los vegetales en la interacción con agentes patógenos.</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adquirir los conocimientos prácticos adecuados sobre los aspectos moleculares de las interacciones planta-patógeno utilizando sistemas modelo vegetales.</li> <li>2. Aplicar y comprender los conocimientos adquiridos en materia de defensa frente a patógenos durante las clases teóricas.</li> </ol> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ol> <p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>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> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>



<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Desarrollar la capacidad para contrastar y elaborar la información que recibe en clase mediante el uso de bibliografía adecuada.</li> <li>3. Adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante y de manejo de bibliografía especializada.</li> <li>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.</li> <li>5. Tomar conciencia de los avances en el conocimiento actual sobre las interacciones planta-patógeno y los límites ante las posibilidades de aplicación agrobiotecnológica.</li> <li>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.</li> <li>7. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.</li> <li>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.</li> </ol>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b> Serán de aplicación las que el estudiante debe adquirir a lo largo del Máster.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></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	29
	- 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					
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>75</b>	

## 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	1	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	CIALE		
Despacho	Laboratorio 8		
Horario de tutorías	Cita previa		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/157351/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/157351/detalle</a>		
E-mail	mcalvopolanco@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5118

### 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

- 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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los mecanismos de respuesta de las plantas a situaciones medioambientales desfavorables a nivel fisiológico y fenotípico.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p><u>Con las <b>clases magistrales</b> se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir los conocimientos básicos sobre las causas que provocan una situación de estrés en la planta y sus mecanismos de respuesta.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p><u>Con las <b>clases prácticas</b> se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar los conocimientos adquiridos en las clases magistrales y clases prácticas</li> <li>• 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.</li> <li>• Educar, desarrollar y potenciar habilidades para trabajar en equipo.</li> </ul> <p><u>Con las <b>tutorías</b> se pretende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

<p>relación con los las diferentes asignaturas del máster.</p> <p><b>Con la <u>preparación de trabajos y la presentación oral</u> se pretende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir la capacidad para llevar a cabo un aprendizaje autónomo mediante el manejo de información procedente de diferentes fuentes bibliográficas.</li> <li>• Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> <li>• Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información adquirida de manera personal, utilizando los conocimientos adquiridos en las clases magistrales.</li> <li>• Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.</li> </ul>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Personales: fomentar el trabajo en equipo y la capacidad para comunicarse con personas no expertas.</li> <li>• Sistémicas: fomentar la habilidad para trabajar de forma autónoma a la vez que coordinada con el resto de compañeros.</li> </ul>	<p><b>4.3: Competencias:</b></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	1	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	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56553/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56553/detalle</a>		
E-mail	jmf@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5115

## 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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Que el alumnado sepa aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o</li></ul>	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con la agrobiotecnología.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> </ul>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ser capaz de diseñar un protocolo de análisis hidrológico del suelo a partir de un esquema de balance de agua.</li> <li>- Poder caracterizar un suelo desde el punto de vista hidrodinámico mediante las diferentes herramientas metodológicas abordadas.</li> <li>- Saber construir e interpretar la curva de retención hídrica del suelo mediante técnicas experimentales y de modelización.</li> <li>- Ser capaz de inferir, a partir de la experimentación, la aptitud hidrológica de un suelo para su uso agrícola.</li> <li>- Saber analizar las interconexiones entre procesos hidrológicos específicos del suelo mediante las herramientas teóricas y experimentales tratadas en la materia.</li> </ul>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos.</li> <li>- Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada.</li> <li>- Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.</li> <li>- Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos.</li> <li>- 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>- Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>- Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las</li> </ul>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>



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:

# APLICACIONES AGRÍCOLAS DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302531	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Español				
Área	Fisiología Vegetal				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Lucía Albornos Llorente	Grupo / s	
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Facultad de Biología		
Despacho	Fac. Farmacia 1ª planta		
Horario de tutorías	Cita previa por correo electrónico		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107721/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/107721/detalle</a>		
E-mail	lucialbornos@usal.es	Teléfono	923294471

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

## 2.- Recomendaciones previas

- Conocer la estructura del gen y los mecanismos de control de la expresión génica en eucariotas.
- Estar familiarizado con las técnicas básicas de transformación genética en plantas.
- Haber cursado la asignatura "Construcción de Plantas Transgénicas".

## 3.- Objetivos de la asignatura

- Tomar conciencia de los conocimientos actuales sobre las aplicaciones agrícolas de las plantas transgénicas y de sus perspectivas de futuro en la investigación.
- Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos de las plantas transgénicas y sus aplicaciones en agricultura.
- Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan el estudio y la actualización autónoma de conocimientos, de forma crítica y razonada.
- Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información.
- Mejorar la capacidad para transmitir conocimientos a un público especializado.
- Fomentar el interés y el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> 1. Adquirir los conocimientos más relevantes sobre la modificación de la información genética de las plantas para obtener nuevas variedades de interés agrícola. 2. Comprender las estrategias de abordaje utilizadas para la modificación de características	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>o respuestas específicas en plantas de cultivo y ser capaz de diseñar, abordar y discutir estrategias nuevas a partir de la integración de los conocimientos teóricos adquiridos, las prácticas realizadas y los foros de discusión.</p> <p>3. Organizar y desarrollar los protocolos experimentales, comprender las metodologías empleadas y ser capaz de interpretar y discutir los resultados, a partir del conocimiento preciso de los genes susceptibles de ser modificados y su regulación.</p> <p>4. Desarrollar las capacidades de búsqueda y manejo de la bibliografía científica relacionada con las aplicaciones agrícolas de las plantas transgénicas y con las bases de datos propias de estos eventos transgénicos, Seleccionar y organizar la información de forma crítica y razonada, sintetizándola y elaborándola para su exposición oral o escrita y la discusión y defensa de las propias conclusiones.</p>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>1. Conocer las nuevas variedades de plantas transgénicas utilizadas en agricultura con características mejoradas en cuanto al rendimiento de las cosechas, la calidad del producto final y las respuestas a condiciones desfavorables del medio.</p> <p>2. Aplicar estas aproximaciones al diseño de nuevas modificaciones genéticas con aplicaciones agrícolas.</p> <p>3. Analizar el alcance del impacto ambiental del cultivo de plantas transgénicas con fines agrícolas, valorar las posturas del debate social en relación a sus usos y conocer las políticas de la Unión Europea al respecto.</p> <p>4. Fomentar la integración de conocimientos prácticos y teóricos sobre la aplicación de plantas transgénicas en la agricultura.</p> <p>5. Desarrollar las habilidades para la obtención y selección de líneas transgénicas con características de interés.</p> <p>6. Interpretar los resultados obtenidos experimentalmente y obtener conclusiones realistas y adecuadas.</p> <p>7. Conocer y evaluar los avances científicos relacionados con las aplicaciones agrícolas de las plantas transgénicas.</p> <p>8. Aplicar el conocimiento existente para proponer soluciones innovadoras a un problema de interés</p>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p>1. Desarrollar la capacidad de integrar conocimientos teóricos y prácticos sobre las aplicaciones agrícolas de las plantas transgénicas, y en relación con otras asignaturas del postgrado.</p> <p>2. Potenciar la capacidad de trabajar</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

<p>autónomamente en el laboratorio, de forma individual y en equipo</p> <p>3. Desarrollar la capacidad para sintetizar la información, manejar bibliografía y redactar de forma adecuada un informe científico.</p> <p>4. Comparar y contrastar la información obtenida de distintas fuentes</p> <p>5. Mejorar la capacidad de exposición oral, discusión y defensa de las propias conclusiones.</p> <p>6. Desarrollar la capacidad de escuchar, evaluar y aceptar o rechazar de forma razonada opiniones y críticas.</p>	
---	--

## 5.- Contenidos (temario)

<p><b>Contenidos teóricos</b></p> <p>Se describirá y discutirá el estado actual de los cultivos de transgénicos de interés agrícola, incluyendo los procedimientos para su desarrollo y autorización.</p> <p>Se detallarán las aproximaciones empleadas para obtener plantas transgénicas de uso agrícola con diferentes fines, haciendo hincapié en aquellos eventos que han sido autorizados para su cultivo. Además, se incidirá en el análisis de nuevas aplicaciones potenciales atendiendo a la base fisiológica, los genes diana, las estrategias de mejora, el interés para la sociedad etc.</p> <p>Bloque 1: El cultivo de plantas transgénicas en el mundo.</p> <p>Bloque 2: Plantas transgénicas tolerantes a herbicidas. Plantas transgénicas resistentes a estrés biótico: Insectos. Nematodos. Hongos. Bacterias. Virus.</p> <p>Bloque 3: Plantas transgénicas resistentes a estrés abiótico: Sequía. Salinidad. Temperaturas extremas.</p> <p>Bloque 4: Plantas transgénicas con mejores cualidades nutricionales y organolépticas. Plantas transgénicas con mayor rendimiento.</p> <p><b>Contenidos prácticos</b></p> <p>Análisis crítico de nuevas aplicaciones potenciales o de variedades en proceso de comercialización</p> <p>Esterilización, estratificación y siembra de semillas de plantas modelo como <i>Arabidopsis thaliana</i>. Estudio de los fenotipos de las plantas transgénicas y los tipos silvestres en crecidas condiciones de interés.</p> <p>Observación y discusión de resultados.</p>
--

## 6.- Metodologías docentes

<p>Se empleará la clase magistral para explicar los contenidos de la asignatura. Paralelamente, se realizarán actividades interactivas (prácticas y seminarios) para profundizar en los contenidos a partir de materiales que proporcionará la profesora (textos periodísticos, páginas web, bases de datos de eventos autorizados, artículos científicos, protocolos de laboratorio etc.)</p> <p>Preparación de trabajos (Aprendizaje basado en proyectos): los alumnos tendrán que desarrollar su propio proyecto de planta transgénica según sus intereses. Deberán aplicar los contenidos de la asignatura a una situación concreta para la que desarrollarán una solución o mejora biotecnológica. Tendrán que investigar de forma autónoma acerca del tema elegido utilizando bibliografía científica. La profesora seguirá y guiará los proyectos de cada alumno, tanto en las clases conjuntas como en tutorías individuales. Los proyectos se presentarán y discutirán en las últimas clases presenciales.</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		15		3	18
Prácticas	- En aula	2		4	6
	- En el laboratorio	6			6
	- En aula de informática				
	- De campo				

	-	Otras (detallar)			
Seminarios		5		2	7
Exposiciones y debates		10		10	20
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		14	16
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		<b>42</b>		<b>33</b>	<b>75</b>

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

Chrispeels, Maarten J, and Paul L Gepts. *Plants, Genes and Agriculture: Sustainability through Biotechnology*. New York: Sinauer Associates, 2018.

## 8.- Evaluación

La asistencia a las diferentes actividades presenciales es obligatoria para todos los alumnos matriculados en la asignatura, sin que se pueda optar a la presentación del proyecto final en la convocatoria ordinaria en caso de no cumplir este requisito.

### 8.1: Criterios de evaluación:

La calificación final vendrá determinada por la evaluación de los resultados de aprendizaje de los contenidos teóricos y prácticos, así como de la asistencia y la participación registrada en las distintas actividades realizadas.

### 8.2: Sistemas de evaluación:

	Ponderación mínima	Ponderación máxima
Desempeño en las actividades presenciales	5	30
Exposición y debate del proyecto final	70	95

*Instrumentos de evaluación previstos:*

#### 1. Desempeño en las actividades presenciales:

- Registro de asistencia, actitud y participación en todas las actividades presenciales.
- Calificación de actividades propuestas: resultados obtenidos en pruebas objetivas tales como cuestionarios interactivos u otras tareas encomendadas.

#### 2. Exposición y debate del proyecto final

- Valoración del diseño, presentación y defensa de un proyecto original para la obtención de un cultivo transgénico de interés como solución biotecnológica a un problema real que afecte a la especie elegida.

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

- Prestar atención a los requisitos de asistencia
- Participar activamente en las actividades presenciales
- Repasar al final de cada tema para realizar los cuestionarios interactivos
- Solicitar tutorías para resolver dudas concretas planteadas en el desarrollo del proyecto
- En la convocatoria extraordinaria solo habrá que recuperar las actividades no superadas en la convocatoria ordinaria.

# BANCOS DE GERMOPLASMA Y CONSERVACIÓN DE LA AGRODIVERSIDAD

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302532	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Botánica				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Estefanía Sánchez Reyes	Grupo / s	1
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Botánica		
Centro	Facultad de Biología		
Despacho	4		
Horario de tutorías	Se fijarán de acuerdo a los horarios propuestos y con los alumnos		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/157280/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/157280/detalle</a>		
E-mail	fani_sanchez@usal.es	Teléfono	923294500 ext. 6735 677569522

## 2.- Recomendaciones previas

Los/as estudiantes deberán tener el nivel de inglés medio que se obtiene con las competencias adquiridas al obtener un título de grado o una licenciatura. Este nivel les permitirá comprender, asimilar y analizar toda la información disponible en internet, en libros y revistas científicas.

Disponer de conocimientos previos de Biología General y Botánica.

## 3.- Objetivos de la asignatura

Conocer las instalaciones y el aparataje propio de los Bancos de Germoplasma, así como las rutinas de trabajo, que posibilitan la manipulación y la preparación de material vegetal para su posterior observación y análisis en el laboratorio y su conservación.

Adquirir conocimientos que permitan diseñar y desarrollar protocolos de germinación de semillas y cultivo de especies vegetales de interés agrícola.

## 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>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> 1. 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. 2. Que el alumnado sea capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>formular juicios, a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.</p> <p>3. 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.</p> <p>4. 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>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>1. Impulsar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos sobre Bancos de Germoplasma y diseñar y desarrollar protocolos de germinación de semillas de plantas cultivadas y para reconocer la diversidad agrícola y los mecanismos adecuados para su conservación.</p> <p>2. Desarrollar la capacidad para aplicar los conocimientos y considerar la utilidad de los Bancos de Germoplasma y la conservación de la Agrodiversidad mediante técnicas <i>ex situ</i>.</p> <p>3. Desarrollar la capacidad de integrar conocimientos sobre la conservación de semillas con las visitas a Bancos de Germoplasma.</p> <p>4. Desarrollar la capacidad para elaborar informes sobre las prácticas realizadas, tanto de campo como de laboratorio.</p> <p>5. Evaluar críticamente la literatura científica relacionada con los temas objeto de las exposiciones y debates y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.</p>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p>1. Desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</p> <p>2. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.</p> <p>3. Llevar a cabo una evaluación crítica de la literatura científica relacionada con los temas objeto de estudio y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.</p> <p>4. 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.</p> <p>5. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos científicos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>



## 5.- Contenidos (temario)

La materia trata de la diversidad agrícola y de los métodos empleados para su conservación. Es imprescindible que los alumnos se familiaricen con esta diversidad, que engloba plantas muy diferentes y cultivadas en distintos lugares y circunstancias. También es interesante que conozcan las características y posibles actuaciones de los Bancos de Germoplasma, tanto de cara a la conservación *in situ*, como *ex situ*.

### Contenidos teóricos

Sobre la diversidad agrícola: plantas de mayor interés como hortofrutícolas, los cereales, las leguminosas y otras. La biotecnología y los recursos agrícolas. Legislación sobre la gestión de recursos agrícolas. Los Bancos de Germoplasma: la especialización de los Bancos de Germoplasma. La conservación *in situ* y *ex situ*.

### Contenidos prácticos

Prácticas de campo: visita a otros Bancos de Germoplasma. Recolección de frutos y semillas de plantas cultivadas tradicionalmente. Prácticas de laboratorio: procesado de las muestras obtenidas en el campo y su conservación. Seguimiento de protocolos de germinación, obtención de planta viva en invernadero y recolección de sus frutos y/o semillas.

## 6.- Metodologías docentes

Se realizarán un total de 10h de sesiones magistrales durante las que se expondrán al grupo de alumnos los contenidos teóricos, con ayuda de presentaciones en Power Point.

Las clases prácticas supondrán un complemento imprescindible a las clases teóricas y, siendo evaluables, abarcarán tanto las sesiones llevadas a cabo en el laboratorio (10h), como las salidas de campo (12h).

Además de las clases teóricas, se organizarán sesiones de exposiciones y debates (11h) para las que los alumnos/as prepararán y expondrán temas propuestos por la profesora. Se llevará a cabo la discusión de los contenidos y/o la realización de actividades grupales (propuestas por los alumnos/as cuando realicen la exposición) que ayuden a una mejor comprensión del tema expuesto.

Las horas de tutorías (2h) se realizarán dentro de los horarios de atención al alumnado o de labores de tutoría del mismo (contemplados en la actividad docente del profesorado) y siempre atendiendo a la disponibilidad horaria tanto de los alumnos como de la profesora.

### 6.1.- Distribución de metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	10			10
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	10		10
	- En aula de informática			
	- De campo	12		12
	- Otras			
Seminarios				
Exposiciones y debates	11			11
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos		30		30
Otras actividades (detallar)				
Exámenes				
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>30</b>		<b>75</b>

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

Se actualizarán periódicamente en la plataforma virtual las referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## **8.- Evaluación**

### **8.1: Criterios de evaluación:**

La calificación final se calculará de la siguiente manera:

Elaboración de informe de prácticas de laboratorio y campo.....	50%
Preparación y presentación de trabajo escrito para exposiciones y debates.....	25%
Realización y participación en exposiciones y debates.....	25%

### **8.2: Sistemas de evaluación:**

Control de la asistencia, grado de participación y calidad en la presentación de las distintas actividades propuestas.

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

Se valorarán los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos durante la realización de las diferentes actividades propuestas.

Se recomienda la asistencia y participación en las actividades programadas, así como la presentación de los trabajos de manera correcta y en las fechas establecidas.

Se realizará una prueba escrita u oral de recuperación, dentro de la fecha prevista en la planificación docente, en la que el alumno/a demuestre que ha asimilado los conceptos básicos de la asignatura que no dominaba en la convocatoria ordinaria.

## **MÓDULO 2: Técnicas básicas en Agrobiotecnología, 18 créditos ECTS**

El segundo módulo, con 18 créditos ECTS repartidos en 6 asignaturas obligatorias, engloba aquellas asignaturas que inciden en los aspectos metodológicos más relacionados con la investigación en Agrobiotecnología. En este módulo, con un alto contenido práctico, se ofrecerán las herramientas bioinformáticas más actuales, métodos de agrigenómica y proteómica y de mejora genética, incidiendo más específicamente en los cultivos celulares y la construcción de las plantas transgénicas sin olvidar los diferentes métodos de análisis de la diversidad genética. El conocimiento de los diferentes métodos permitirá al alumnado adquirir un bagaje práctico para la realización de estrategias experimentales adecuadas a las necesidades de la Agrobiotecnología.

# BIOINFORMÁTICA Y GENÓMICA COMPUTACIONAL

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302533	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Español/inglés				
Área	Genética				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Michael Ronald Thon	Grupo / s	
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Genética		
Centro	CIALE		
Despacho	8		
Horario de tutorías	Con cita previa		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57899/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57899/detalle</a>		
E-mail	mthon@usal.es	Teléfono	

## 2.- Recomendaciones previas

Conocimientos de genética y biología molecular.

## 3.- Objetivos de la asignatura

1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en esta asignatura en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.
2. Diseñar, realizar e interpretar experimentos utilizando programas y bases de datos comunes de bioinformática.
3. Identificar problemas de investigación biológica que se pueden solucionar mediante la bioinformática a través de un conocimiento de los fundamentos teóricos de la bioinformática.
4. Conocer la base teórica de los algoritmos y de los métodos más comunes para el análisis de secuencias biológicas.

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer cómo utilizar <i>software</i> y herramientas específicas en el campo de bioinformática para el análisis de secuencias de ADN y proteínas.</li> <li>2. Evaluar la validez de datos y fuentes, identificar</li> </ol>	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>limitaciones y discutir posibles errores o variaciones en los resultados.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Estructurar una presentación de forma lógica, asegurando una progresión clara de conceptos y datos.</li> <li>4. Mostrar y explicar gráficos, tablas y otros datos de manera efectiva, asegurando que sean comprensibles y relevantes.</li> </ol>	
<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. 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.</li> <li>2. Diseñar, realizar e interpretar experimentos utilizando programas y bases de datos comunes de bioinformática.</li> <li>3. Identificar problemas de investigación biológica que se pueden solucionar mediante la bioinformática a través de un conocimiento de los fundamentos teóricos de la bioinformática.</li> <li>4. Conocer la base teórica de los algoritmos y de los métodos más comunes para el análisis de secuencias biológicas.</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos, fomentando la integración multidisciplinar.</li> <li>2. Fomentar el espíritu crítico en relación con la aplicación de algoritmos bioinformáticos y el análisis <i>in silico</i>.</li> <li>3. Diseñar, realizar e interpretar experimentos utilizando programas y bases de datos comunes de bioinformática</li> </ol> <p>Con los <u>seminarios</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad de expresar ideas y conceptos científicos de manera clara, utilizando terminología adecuada y precisa.</li> <li>2. Presentar datos científicos, mostrar y explicar gráficos, tablas y otros datos de manera efectiva, asegurando que sean comprensibles y relevantes.</li> <li>3. Asegurarse de que la información y los datos presentados sean precisos, verificados y citados correctamente, respetando los principios éticos de la investigación científica.</li> <li>4. Organizar el contenido y estructurar la presentación de manera efectiva, ensayando y ajustando según sea necesario.</li> </ol> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Evaluar críticamente la literatura científica relacionada con</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

<p>el tema objeto de estudio en cada caso y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.</p> <p>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>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p>1. La capacidad de transmitir ideas, información y opiniones de manera efectiva a través de medios verbales, escritos y no verbales. Esto incluye la escucha activa, la claridad en la expresión y la adaptabilidad en los estilos de comunicación.</p> <p>2. La capacidad de analizar, evaluar y sintetizar información para formar juicios razonados o tomar decisiones. Implica un razonamiento lógico, la resolución de problemas y la capacidad de considerar múltiples perspectivas.</p> <p>3. Trabajo en equipo y colaboración: la capacidad de trabajar de manera efectiva con los demás hacia un objetivo común. Esto incluye habilidades como resolución de conflictos, compromiso, liderazgo y cooperación.</p> <p>4. Adaptabilidad y flexibilidad: poder adaptarse a circunstancias, entornos o demandas cambiantes. Esto implica ser de mente abierta, resistente y dispuesta a aprender y crecer a partir de nuevas experiencias.</p> <p>5. Creatividad e innovación: la capacidad de generar ideas, enfoques o soluciones originales a los problemas. Esto incluye pensar fuera de la caja, experimentar con nuevos conceptos y abrazar el cambio.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

## 5.- Contenidos (temario)

### Contenidos teóricos

- Conocimiento de algoritmos y métodos para realizar búsquedas en bases de datos de secuencias moleculares,
- Alineación de secuencias de proteínas y ADN
- Construcción y análisis de árboles filogenéticos
- Identificación de motivos funcionales
- Análisis transcriptómico.
- Ensamblaje y anotación de genomas.

### Contenidos prácticos

El uso de páginas web de bases de datos y herramientas bioinformáticas habituales como GenBank, UniProt y Galaxy. El uso de herramientas para realizar ensamblajes de secuencias, análisis de transcriptomas, análisis filogenéticos y anotación de genes.

## 6.- Metodologías docentes

1. Clases teóricas
2. Prácticas en aula informática
3. Seminarios
4. Tutorías personalizadas o en grupos pequeños.

--

<b>6.1.- Distribución de metodologías docentes</b>					
		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		18		20	38
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	14		10	24
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios		3		8	11
Exposiciones y debates					
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1			1
<b>TOTAL</b>		<b>37</b>		<b>38</b>	<b>75</b>

<b>7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioinformatics: An Introductory Textbook. Thomas Dandekar y Meik Kunz. 2023</li> <li>- Galaxy Training: <a href="https://training.galaxyproject.org">https://training.galaxyproject.org</a></li> <li>- NCBI Handbook: <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143764/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143764/</a></li> </ul>

<b>8.- Evaluación</b>
<p><b>8.1: Criterios de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un examen sobre los conocimientos adquiridos en las clases magistrales</li> <li>- Un informe sobre las prácticas para evaluar el conocimiento de los ejercicios realizados en las prácticas.</li> <li>- Una exposición para evaluar la capacidad de analizar críticamente un tema científico y el uso de recursos bibliográficos.</li> </ul>
<p><b>8.2: Sistemas de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un examen compuesto de preguntas de tipo test y problemas para resolver. 60%</li> <li>- Un seminario. 30%</li> <li>- informe sobre las prácticas. 10%</li> </ul>
<p><b>8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:</b></p> <p>Realización de un examen compuesto de preguntas y problemas para resolver.</p>

# AGRIGENÓMICA Y PROTEÓMICA

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302534	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Microbiología				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	María Rosa Hermosa Prieto	Grupo / s	
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	Facultad de Farmacia/ Instituto de Investigación CIALE		
Despacho	Laboratorio 2. CIALE		
Horario de tutorías	14:00-15:00 h, en fechas que se imparte la asignatura		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56772/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56772/detalle</a> <a href="https://ciale.usal.es/grupos-de-investigacion/grupo.aspx?id=9">https://ciale.usal.es/grupos-de-investigacion/grupo.aspx?id=9</a>		
E-mail	rhp@usal.es	Teléfono	294500 ext 5116

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor	Javier Sánchez Martín	Grupo / s	
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	Instituto de Investigación CIALE		
Despacho	En edificio CIALE		
Horario de tutorías	14:00-15:00 h, en fechas que se imparte la asignatura		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle</a> <a href="https://ciale.usal.es/grupos-de-investigacion/grupo.aspx?id=9">https://ciale.usal.es/grupos-de-investigacion/grupo.aspx?id=9</a>		
E-mail	j.sanchezmartin@usal.es	Teléfono	

## 2.- Recomendaciones previas

Es deseable tener conocimientos básicos de Biología, Microbiología y Genética.

## 3.- Objetivos de la asignatura

Con la docencia de esta asignatura se pretende que los alumnos al finalizar el curso sean capaces de entender que la genómica y la proteómica son tecnologías avanzadas que permiten comprender y aplicar la información genética a la mejora de diversos aspectos de la producción agrícola y forestal, y que combinadas con otras herramientas permiten identificar en las plantas genes clave asociados a rasgos deseables como el rendimiento, la resistencia a patógenos y la tolerancia a estreses ambientales. A su



vez, que conozcan la aplicación de las tecnologías de secuenciación de alto rendimiento y las metodologías *high throughput* en el fenotipado de colecciones de mutantes generados por genética directa o reversa. Y que entiendan la utilidad tanto de los genomas de plantas modelo como la de los mutantes para asignar función a genes clave asociados a rasgos deseables en plantas y microorganismos de interés agronómico.

#### 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> <p>Que los estudiantes sean capaces de:</p> <p>CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos en entornos nuevos y que sean capaces de elaborar y defender argumentos, así como, de resolver problemas dentro de su área de estudio.</p> <p>CB2: Reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio), para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas de índole social, científico o ético.</p> <p>CB3: Comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, tanto a un público especializado como no especializado, de un modo claro y sin ambigüedades.</p>	<p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>CE1: Entender las particularidades de los genomas de plantas y microorganismos de interés agrícola.</p> <p>CE2: Conocer las herramientas de genómica estructural y genómica funcional aplicables a los genomas de plantas cultivadas.</p> <p>CE3: Entender las diferentes metodologías de secuenciación masiva y sus limitaciones particulares para ser aplicadas en determinados contextos planta-microorganismo.</p> <p>CE4: Conocer las diferentes metodologías que permiten analizar expresión génica, incluyendo cambios globales de expresión en genomas de plantas y microorganismos de interés agrícola.</p> <p>CE5: Diferenciar entre genética directa y genética reversa, y sus diferentes aproximaciones para dar funcionalidad a genes.</p> <p>CE6: Saber diseñar oligonucleótidos para aislar un gen con determinadas dianas y utilizarlos en su clonación.</p> <p>CE7: Saber diseñar construcciones de silenciamiento e interrupción génica.</p> <p>CE8: Conocer las nuevas metodologías para el estudio de proteínas codificadas por los genomas, y su aplicación en el estudio de interacciones microorganismo-planta.</p> <p>CE9: Transmitir a un público de iguales contenidos científicos relativos a genomas, transcriptomas y proteomas aplicables a un</p>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

problema de sanidad vegetal, y desarrollar su habilidad discursiva y argumentativa.	
<b>4.3: Competencias Transversales:</b>  CT1: Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico. CT2: Capacidad de trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida. CT3: Capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo. CT4: Capacidad para comunicar información científica de manera clara y eficaz. CT5: Capacidad para utilizar herramientas informáticas básicas para la búsqueda y comunicación de información.	<b>4.3: Competencias:</b>

## 5.- Contenidos (temario)

### Contenidos teóricos

Lección 1: Tamaños de los genomas

- Concepto de genómica, tamaño y organización de los genomas (particularmente de organismos de interés agronómico), secuencias únicas y repetidas

Lección 2: Conceptos en Ómicas y Mapas en Genómica Estructural

- Mapas genéticos, mapas físicos y mapas de genomas

Lección 3: Genotecas de ADN genómico

- Construcción y aplicaciones de librerías de inserto de gran tamaño

Lección 4: I-Aproximaciones a la secuenciación de genomas

II-Nuevas generaciones de secuenciadores

III-Secuenciación de ADN copia

- Secuenciadores de 1ª, 2ª y 3ª generación y su aplicación a la secuenciación de ADN y ADN copia de plantas y microorganismos.

Lección 5: Genética directa/reversa y escrutinio de mutantes

- Generación y análisis de mutantes, y su aplicación.

Lección 6: Mutagénesis dirigida

- Desde el gen hasta su función: interrupción, sobreexpresión y silenciamiento génico.

Lección 7: Análisis de expresión génica

- SAGE, *arrays*, secuenciación masiva

Lección 8: Proteómica

- Cambios cualitativos y cuantitativos en las proteínas de un organismo, diferentes metodologías, y la utilidad de esa información. Integración de esta información con aquella obtenida por otras metodologías de estudio a gran escala.

### Contenidos prácticos

\* Al ordenador: Diseño de construcciones para dar funcionalidad a genes

- Utilizando del paquete informático *CloneManager*.

- Diseño de oligonucleótidos.

- Selección de plásmidos.

- Mapas de restricción de plásmidos y genes.

- Diseño de una construcción de silenciamiento génico.

- Diseño de una construcción de interrupción génica.

## 6.- Metodologías docentes

Se impartirán 10 clases magistrales, además de 4 sesiones de clases prácticas en aula de informática y 2 sesiones de exposición y debate sobre una temática relacionada con la asignatura.

<b>6.1.- Distribución de metodologías docentes</b>					
		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				
	- En aula de informática	13			13
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4		12	16
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				8	8
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2			2
TOTAL		<b>37</b>		<b>38</b>	<b>75</b>

<b>7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo</b>
<p>Los estudiantes podrán disponer, a través de <i>Studium</i>, del pdf de los siguientes artículos científicos, seleccionados por su relación con el contenido de la asignatura bien porque describen algunas metodologías de interés bien porque las aplican en estudios agrobiotecnológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andersset al (2014) <i>Nature Biotechnology</i> 32:92-98.</li> <li>• Bhaya et al (2011) <i>Annual Reviews in Genetics</i> 45:273-297.</li> <li>• Carninci et al (2000) <i>Genome Research</i> 10:1617-1630.</li> <li>• Chuang and Meyerowitz (2000). <i>PNAS</i> 97:4985-4990.</li> <li>• Diatchenko et al (1996) <i>PNAS</i> 93:6025-6030.</li> <li>• Fire et al (1998) <i>Nature</i> 391:806-811.</li> <li>• González-González et al (2011) <i>SEBBM</i> 168:6-12.</li> <li>• Gong et al (2010). <i>PNAS</i> 101:15404-15409.</li> <li>• Görg et al (2004) <i>Proteomics</i> 4:3665-3685.</li> <li>• Henikoff and Comai (2003) <i>Annual Reviews in Plant Biology</i> 54:375-389.</li> <li>• Jones et al (1997) <i>New Phytologist</i> 137:155-167.</li> <li>• Kleinstiver et al (2015) <i>Nature</i> 525:421-497.</li> <li>• Liu et al (1999) <i>Genome Research</i> 9:859-867.</li> <li>• Luo et al (2012) <i>PLOS One</i> 7:e30087.</li> <li>• Morán-Diez et al (2009) <i>MPMI</i> 22:1021-1031.</li> <li>• Nordström et al (2013) <i>Nature Biotechnology</i> 31:325-330.</li> <li>• Ruiz et al (1998) <i>The Plant Cell</i> 10:937-946.</li> <li>• Velculescu et al (1995) <i>Science</i> 270:484-487.</li> </ul>

<b>8.- Evaluación</b>
<p><b>8.1: Criterios de evaluación:</b></p> <p>La calificación de la asignatura se obtendrá considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de contenidos teóricos: 35%</li> <li>• Exposición y debate: 30%</li> <li>• Prácticas: 25%</li> <li>• Participación en las clases teóricas y prácticas: 10%</li> </ul> <p>La calificación final se obtendrá con la suma aritmética de las valoraciones obtenidas en cada uno de los cuatro apartados. Para superar la asignatura es necesario obtener como mínimo la mitad de la valoración</p>

asignada tras la suma de los cuatro apartados. Los estudiantes que no lo consigan deberán realizar las pruebas de una evaluación extraordinaria, en la que demuestren que han adquirido las competencias trabajadas en las actividades formativas.

### **8.2: Sistemas de evaluación:**

- Prueba escrita sobre conocimientos teóricos. Examen objetivo.
- Elaborar y presentar, trabajando en grupo, una propuesta en respuesta a una problemática agrícola planteada por el profesor. Se valorará la capacidad para trabajar en grupo y aplicar la asignatura.
- Se valorará la capacidad crítica y de debate en las exposiciones realizadas por otros grupos de estudiantes.
- Resolución de ejercicios en las clases prácticas. Examen objetivo.
- Se valorará la participación en las clases teóricas y prácticas. Número de intervenciones, bien planteando preguntas bien respondiendo a cuestiones que lanza el profesor, y calidad de las mismas.

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

Con el fin de valorar las competencias adquiridas, y anteriormente descritas, y el desarrollo del proceso formativo, se seguirá un proceso de evaluación continua en el que:

Los contenidos teóricos de las clases magistrales se evaluarán mediante una prueba objetiva escrita de 10 preguntas cortas. Esta prueba, que tendrá una duración de 35 minutos, se llevará a cabo al final de la asignatura, en la convocatoria ordinaria, y podrá ser repetida en la convocatoria extraordinaria, después de un periodo razonable, para permitir al alumno reforzar su aprendizaje y superar los fallos.

Las exposiciones y debates se evaluarán con las aportaciones de los grupos de estudiantes y también con las personales de cada estudiante, la calidad de la exposición, la defensa que realice de las tesis expuestas y su capacidad para debatir.

Los contenidos de las clases prácticas se evaluarán, al final de las mismas, mediante una prueba que constará de 3 ejercicios sobre el diseño de construcciones, durará 90 minutos y se realizará utilizando programas de ordenador.

Se valorará, de forma continua, el comportamiento y la participación en las clases teóricas y prácticas, a partir de las preguntas e intervenciones que el estudiante realice en las diferentes sesiones, así como, de la calidad de sus intervenciones.

Se recomienda trabajar a diario la asignatura y participar activamente en las diferentes actividades programadas.

Para la recuperación de la asignatura, en la convocatoria extraordinaria, se utilizarán dos pruebas. Los contenidos de las clases teóricas y prácticas se evaluarán con una prueba objetiva escrita que constará 10 preguntas cortas, se valorará sobre 10 puntos y supondrá el 50% de la nota. Y se presentará un análisis crítico sobre un artículo científico, seleccionado por el profesor, que se valorará sobre 10 puntos y supondrá un 50% de la nota. Para superar la asignatura, en la convocatoria extraordinaria, es necesario obtener como mínimo la mitad de la valoración tras la suma de las dos pruebas.

## MEJORA GENÉTICA VEGETAL

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	302535	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	castellano				
Área	Genética				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

### 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	José María Díaz Mínguez	Grupo / s	1
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Genética		
Centro	CIALE		
Despacho			
Horario de tutorías	A convenir		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56524/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56524/detalle</a>		
E-mail	josediaz@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5121

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

### 2.- Recomendaciones previas

Los alumnos deberán haber superado un curso semestral o anual de Genética general.

### 3.- Objetivos de la asignatura

Conocer y distinguir la estructura genética de las especies vegetales en función de su modo de reproducción

- Conocer los fundamentos genéticos de los distintos métodos de selección en los programas de mejora genética.
- Elegir y aplicar los métodos de mejora y selección más adecuados en función de los objetivos de los programas de mejora.
- Elaborar los resultados obtenidos en el análisis de resultados de distintos métodos de selección para programas específicos de mejora.
- Preparar y defender en público los resultados de un trabajo de investigación.
- Manejar textos científicos y referencias bibliográficas en distintos medios para preparar una exposición oral.

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> 1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>integración multidisciplinar.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Fomentar el espíritu crítico en relación con los hallazgos generados por la comunidad científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.</li> <li>3. 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.</li> <li>4. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que fomenten el estudio y la actualización autónoma de los conocimientos.</li> <li>5. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.</li> <li>6. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> <li>7. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>8. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por el profesorado y sobre la adquirida de manera personal.</li> <li>9. Adquirir conocimientos sobre métodos, procedimientos experimentales y técnicas de análisis aplicables en la mejora genética de variedades vegetales de interés agrícola.</li> <li>10. Adquirir conocimientos básicos que permitan entender y valorar los futuros métodos de mejora genética y su aplicación en agrobiotecnología.</li> </ol>	
<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. Identificar características de los genomas vegetales, en particular aquellos susceptibles de mejora por el hombre, mediante la utilización de herramientas convencionales y moleculares disponibles.</li> <li>2. Evaluar los aspectos diferenciales de la estructura genética de poblaciones en especies autóгамas y alógamas.</li> <li>3. Entender las bases de los métodos de selección aplicables a especies autóгамas, alógamas y de propagación vegetativa.</li> <li>4. Entender las estrategias básicas de búsqueda, desarrollo y manejo de estrategias para resistencia a factores limitantes de naturaleza biótica y abiótica</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

1. Desarrollar su capacidad para tomar decisiones ante situaciones prácticas que requieren la aplicación de procedimientos dados para resolver situaciones reales.
2. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.
3. Aplicar el conocimiento de la estructura genética de poblaciones autógamas y alógamas al diseño de métodos de mejora.
4. Evaluar los métodos de mejora y selección de aquel más adecuado para su aplicación a un supuesto concreto de mejora, tanto en especies autógamas como alógamas.
5. Desarrollar proyectos de selección asistida mediante marcadores moleculares.

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.
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 y la presentación oral se pretende:

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.

7. Idear y desarrollar proyectos de mejora genética para situaciones específicas.
8. Desarrollar la ingeniería de proyectos de mejora genética para variedades y situaciones específicas.

Con la memoria de prácticas 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. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.
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 el análisis de fuentes documentales se pretende:

1. 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.
2. Adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.
3. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.

Con el estudio personal se pretende:

1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que fomenten el estudio y la actualización autónoma de los conocimientos.
2. Conocer las bases genéticas de los métodos de mejora genética, así como los fundamentos teóricos y metodológicos de los distintos métodos de selección.
3. Conocer las estrategias básicas para la búsqueda de resistencias a factores bióticos y abióticos y el manejo de éstas en proyectos de mejora y en su utilización en agricultura.

Con las actividades de evaluación 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.	
<b>4.3: Competencias Transversales:</b> 1. Identificar correctamente un problema y sus causas. 2. Seleccionar las fuentes de información (profesionales, bases de datos, recursos bibliográficos, etc.) que permitan la resolución de problemas. 3. Trabajar en equipo con otros profesionales para la consecución de objetivos. 4. Utilizar adecuadamente los recursos de la empresa o equipo de trabajo.	<b>4.3: Competencias:</b>

<b>5.- Contenidos (temario)</b> <b><u>Contenidos teóricos</u></b> Nacimiento y evolución de la agricultura. Sistemas de reproducción y mecanismos de fertilización. Genomas vegetales. Estructura genética de las poblaciones vegetales. Análisis de caracteres cuantitativos y cualitativos. Mejora de plantas autógamias. Mejora de plantas alógamas. Mejora de plantas de reproducción asexual y apomíctica. Mejora de la resistencia a plagas y enfermedades. Mejora de la resistencia a condiciones adversas. Genómica y sus aplicaciones en mejora. Biodiversidad y recursos genéticos.  <b><u>Contenidos prácticos</u></b> Simulación mediante programas informáticos de diversos métodos de mejora. Métodos de mejora en plantas autógamias: métodos masal, genealógico y de semilla única. Métodos de mejora en plantas alógamas: método masal de selección, obtención de líneas consanguíneas, evaluación de la aptitud combinatoria específica (ACE) y general (ACG), demostración de la heterosis, obtención y valor de híbridos, evaluación de descendencia, selección recurrente, mejora para ACE y ACG.
---

<b>6.- Metodologías docentes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sesiones magistrales en las cuales el profesor explicará los contenidos de la asignatura</li> <li>- Simulaciones de mejora genética mediante la utilización de programas informáticos. Estas prácticas permitirán a los alumnos comprender los contenidos teóricos de la asignatura y comparar métodos de mejora y métodos de selección gracias a la comparación de los resultados obtenidos con todos ellos. Asimismo permiten entender los efectos de las distintas acciones génicas en los programas de mejora.</li> <li>- Preparación de un ejercicio de mejora que se expondrá públicamente. Este ejercicio práctico será evaluado para cuantificar la adquisición de competencias específicas en la asignatura.</li> <li>- Tutorías para explicar de forma personalizada a los alumnos aquellos aspectos de la asignatura cuya comprensión presente dificultades.</li> <li>- Examen para cuantificar los conocimientos teóricos adquiridos.</li> </ul>
--

<b>6.1.- Distribución de metodologías docentes</b>					
		<b>Horas dirigidas por el profesor</b>		<b>Horas de trabajo autónomo</b>	<b>HORAS TOTALES</b>
		<b>Horas presenciales.</b>	<b>Horas no presenciales.</b>		
Sesiones magistrales		14		14	28
Prácticas	- En aula	10		8	18
	- En el laboratorio				

	- En aula de informática			
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios		8	12	20
Exposiciones y debates				
Tutorías		3		3
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			4	4
Otras actividades (detallar)				
Exámenes		2		2
TOTAL		<b>37</b>	<b>38</b>	<b>75</b>

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

- Introducción a la Mejora Genética Vegetal (2013). 3ª ed. Cubero, J. I. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Principles of Plant Breeding (1999). 2ª ed. Allard, R. W. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Principles of Plant Genetics and Breeding (2007). Acquaah, G. Blackwell Publishing.

En la página de Studium se facilitan artículos de revisión sobre temas actuales destacados de mejora genética.

## 8.- Evaluación

Las dos pruebas de evaluación cuantifican el nivel de conocimientos teóricos adquiridos, así como las competencias específicas, mediante la realización de ejercicios prácticos.

### 8.1: Criterios de evaluación:

La calificación final se obtendrá promediando la puntuación obtenida en el examen teórico y en el ejercicio práctico de mejora genética. Para efectuar el promedio será necesario obtener al menos 8/20 tanto en el examen como en el ejercicio práctico. Se considerará aprobada la asignatura cuando la calificación obtenida sea al menos de 5 sobre 10 puntos.

El examen teórico consistirá en preguntas cortas valoradas sobre un total de 20 puntos. Será necesario obtener una puntuación mínima.

La descripción detallada de los criterios de evaluación se pone en conocimiento de los estudiantes mediante Studium con anterioridad al comienzo de la asignatura.

### 8.2: Sistemas de evaluación:

Examen teórico consistente en preguntas cortas sobre nociones básicas de la asignatura

Ejercicio práctico de mejora genética expuesto en un seminario público. Se valorará:

- a) el grado de dificultad del problema de mejora presentado
- b) la corrección del programa de mejora ideado para conseguir los objetivos de mejora
- c) la adecuación de los métodos de selección a los objetivos de mejora
- d) la claridad y corrección de la exposición, así como la corrección de las respuestas a las preguntas planteadas.

La calificación final podrá admitir redondeo en consideración a la asistencia del alumno a las distintas actividades y el interés mostrado en la asignatura.

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

En caso de no obtener la puntuación mínima requerida bien en el global de la asignatura o en el examen teórico, la recuperación consistirá en un nuevo examen teórico. En caso de no obtener la puntuación mínima en el ejercicio práctico, la recuperación consistirá en un nuevo examen teórico que incluirá un problema de mejora genética.

# CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302536	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	1	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	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Bajo petición		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle</a>		
E-mail	paa@usal.es	Teléfono	294500 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	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Bajo petición		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/193271/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/193271/detalle</a>		
E-mail	elfik@usal.es	Teléfono	294500 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.

<b>4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje</b>	
<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <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. 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>4.1: Conocimientos:</b></p>
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Realizar un proceso de transformación genética aplicando un protocolo y analizar críticamente los resultados obtenidos.</li> <li>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.</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>2. Trabajo en equipo. Capacidad para comunicarse con personas no expertas.</li> <li>3. Habilidad para trabajar de forma autónoma.</li> </ol>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

<b>5.- Contenidos (temario)</b>
<p><u>Contenidos teóricos</u></p> <p>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: <i>Agrobacterium</i>, <i>Rhizobium</i> y virus vegetales. Transformación de cloroplastos: características de transgenes y vectores. Eliminación de genes marcadores. Ingeniería multigénica. Introducción a la edición</p>

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.
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				
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>		<b>35</b>	<b>75</b>

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

### Libros:

- 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

PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=plant+genetic+transformation>

Teaching Tools in Plant Biology, published by the American Society of Plant Biologists:  
<https://academic.oup.com/plcell/pages/teaching-tools-plant-biology>

### Ejemplos de artículos:

- 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

### 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. 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	1	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	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	A coordinar entre alumno y profesor		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/193271/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/193271/detalle</a>		
E-mail	elfik@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5120

1.2.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Pablo Albertos Arranz	Grupo / s	2-3
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	A coordinar entre alumno y profesor		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle</a>		
E-mail	paa@usal.es	Teléfono	294500 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	
<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> <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</li> </ol>	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>informes y redactar protocolos.</p> <p>5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar.</p> <p>6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</p> <p>7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.</p> <p>8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</p>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>1. Adquirir conocimientos sobre técnicas de cultivo <i>in vitro</i> que permiten el crecimiento y desarrollo de partes aisladas de las plantas para desarrollar la capacidad de aplicación de esta tecnología en la agricultura.</p> <p>2. Diseñar protocolos que permitan introducir material vegetal <i>in vitro</i> para su conservación, propagación y mejora y de evaluar de forma crítica las posibilidades y limitaciones que el cultivo <i>in vitro</i> ofrece como solución biotecnológica a problemas clásicos en agricultura.</p> <p>3. Emplear técnicas que permitan la micropropagación por distintas vías de diferenciación y la manipulación de cultivos celulares discontinuos.</p>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p>1. Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>2. Trabajo en equipo. Capacidad para comunicarse con personas no expertas.</p> <p>3. Habilidad para trabajar de forma autónoma.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

<p><b>5.- Contenidos (temario)</b></p>
<p><u>Contenidos teóricos</u> Técnicas básicas del cultivo <i>in vitro</i>. 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.</p> <p><u>Contenidos prácticos</u> Esterilización y preparación del material vegetal para su cultivo <i>in vitro</i>. 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.</p>

<p><b>6.- Metodologías docentes</b></p>
<p>Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p>



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					
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>		<b>40</b>	<b>75</b>

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

Recursos electrónicos de la Universidad de Salamanca (acceso a artículos, libros electrónicos, monografías, etc)

## 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.

# ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA: FUNDAMENTOS, MÉTODOS Y APLICACIONES

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	<b>302538</b>	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Genética				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Ernesto Pérez Benito	Grupo / s	1
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Genética		
Centro	CIALE		
Despacho	Laboratorio 1		
Horario de tutorías	L-X de 13.00 a 14.00 segundo cuatrimestre		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56295/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56295/detalle</a>		
E-mail	epbenito@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5103

## 2.- Recomendaciones previas

Haber cursado asignaturas del campo de conocimiento de la Genética relacionadas con la "Genética General" y con la "Genética de Poblaciones".

## 3.- Objetivos de la asignatura

La asignatura tiene por objeto suministrar al alumno los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para comprender los conceptos científicos relacionados con la diversidad genética, los mecanismos que la generan, y su función como base y sustrato de la diversidad biológica, todo ello desde una perspectiva genética y poblacional. Pretende, además, proporcionar los conocimientos básicos para aplicar las tecnologías moleculares en la evaluación de la diversidad genética y para interpretar adecuadamente los datos moleculares obtenidos.

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

<p><b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i></p> <p><b>4.1: Competencias Básicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que fomenten el estudio y la actualización autónoma de los conocimientos.</li> <li>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> <li>Mejorar la capacidad para manejar</li> </ol>	<p><b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i></p> <p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>
--	--

<p>información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. 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.</li> <li>5. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>6. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.</li> <li>7. Aprender estrategias para desarrollar la capacidad de comunicación oral en público haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y para defender propuestas en discusiones científicas.</li> <li>8. 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.</li> <li>9. Adquirir conocimientos sobre métodos, procedimientos experimentales y técnicas de análisis aplicables en la caracterización de los sistemas de interés en agrobiotecnología.</li> <li>10. Desarrollar su capacidad para tomar decisiones ante situaciones prácticas que requieren la aplicación de procedimientos dados para resolver situaciones reales.</li> </ol>	
<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. 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.</li> <li>2. Analizar perfiles genéticos de marcadores moleculares para caracterizar y distinguir individuos entre sí.</li> <li>3. Cuantificar la diversidad genética existente en las poblaciones naturales de individuos y determinar el modo en que la variabilidad genética se estructura en poblaciones concretas.</li> <li>4. Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos del análisis de la diversidad genética en las poblaciones de individuos.</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar su capacidad para tomar decisiones ante situaciones prácticas que requieren la aplicación de procedimientos dados para resolver situaciones reales.</li> <li>2. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

3. Aplicar los procedimientos experimentales descritos en la asignatura para detectar variabilidad genética.
4. Analizar perfiles genéticos de marcadores moleculares para caracterizar y distinguir individuos entre sí.
5. Cuantificar la diversidad genética existente en las poblaciones naturales de individuos y determinar el modo en que la variabilidad genética se estructura en poblaciones concretas.

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.
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 y la presentación oral se pretende:

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.

Con la memoria de prácticas 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

<p>integración multidisciplinar.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.</li> <li>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.</li> </ol> <p>Con el <u>análisis de fuentes documentales</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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> <li>2. Adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.</li> <li>3. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> </ol> <p>Con el <u>estudio personal</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que fomenten el estudio y la actualización autónoma de los conocimientos.</li> <li>2. Conocer los fundamentos teóricos y metodológicos del análisis de la diversidad genética en las poblaciones de individuos.</li> </ol> <p>Con la <u>resolución de problemas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar su capacidad para tomar decisiones ante situaciones prácticas que requieren la aplicación de procedimientos para resolver situaciones reales.</li> <li>2. Diseñar, realizar y analizar experimentos mediante la aplicación del método científico para la resolución de problemas.</li> <li>3. 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.</li> </ol> <p>Con las <u>actividades de evaluación</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ol>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de resolución de problemas con creatividad, iniciativa, metodología y razonamiento crítico.</li> <li>- Capacidad de liderazgo, comunicación y</li> </ul>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

transmisión de conocimientos, habilidades y destrezas en los ámbitos sociales de actuación.

- Capacidad para la búsqueda y utilización de la normativa y reglamentación relativa a su ámbito de actuación.
- Capacidad para desarrollar las actividades en el ámbito de su especialidad, asumiendo un compromiso social, ético y ambiental en sintonía con la realidad del entorno humano y natural.
- Capacidad para el trabajo en equipos multidisciplinares y multiculturales.

## 5.- Contenidos (temario)

La asignatura tiene por objeto suministrar al alumno los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para comprender los conceptos científicos relacionados con la diversidad genética, los mecanismos que la generan, y su función como base y sustrato de la diversidad biológica, todo ello desde una perspectiva genética y poblacional. Pretende, además, proporcionar los conocimientos básicos para aplicar las tecnologías moleculares en la evaluación de la diversidad genética y para interpretar adecuadamente los datos moleculares obtenidos.

### Contenidos teóricos

- Introducción. Diversidad biológica y diversidad genética. Procesos que generan variabilidad genética.
- Variabilidad genética y Poblaciones naturales. Instrumentos para el análisis de la diversidad genética. Aplicaciones. Polimorfismos, análisis de ligamiento y cartografía genética. Identificación de individuos. Análisis de paternidad y parentesco.
- Descripción de la variabilidad genética intrapoblacional. Niveles de polimorfismo y heterocigosidad.
- Diferenciación interpoblacional. Distancia genética. Árboles filogenéticos.

### Contenidos prácticos

- Extracción de ADN genómico de cepas de campo de hongos patógenos.
- Generación de marcadores moleculares tipo RAPDs, microsatélites, AFLPs.
- Análisis de diversidad genética sobre datos moleculares. Análisis de polimorfismos.
- Estimación de variabilidad genética intrapoblacional. Distancias genéticas.

## 6.- Metodologías docentes

En la organización de la asignatura se considera una docencia teórica que ofrecerá los fundamentos de la materia y que se transmitirán mediante **clases Magistrales**. Junto con esta, se ofrece la realización de tres tipos de **clases prácticas; clases de problemas**, que plantearán situación de análisis genético de la diversidad en sistemas modelo, **clases prácticas de laboratorio** centradas en los procedimientos para generar marcadores moleculares, y **clases prácticas mediante la utilización de ordenador** que permitirán familiarizarse al alumno con los fundamentos y las herramientas de análisis que ofrecen distintos paquetes informáticos.

Se realizarán **trabajos de carácter personal y en grupo** que podrán ser expuestos en su caso en forma de **seminarios**. Estos tratarán sobre temas que permitan ampliar los contenidos tratados en la asignatura centrándose en el estudio de sistemas modelo.

Los alumnos contarán con **tutorías personalizadas** siempre que lo soliciten.

La adquisición de conocimientos y competencias será evaluada mediante la realización de un **examen** sobre los contenidos teóricos y prácticos y mediante la consideración de las **exposiciones** realizadas.

<b>6.1.- Distribución de metodologías docentes</b>					
		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		14		14	28
Prácticas	- En aula	6		2	8
	- En el laboratorio	6		2	8
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar) Problemas	4		2	6
Seminarios					
Exposiciones y debates		4			4
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		12	14
Otras actividades (detallar): Análisis de fuentes documentales				3	3
Exámenes		2			2
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>		<b>35</b>	<b>75</b>

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

### Libros de texto:

- Frankham, R., Ballou, J.D. & Briscoe, D.A. (2002). "Introduction to Conservation Genetics". Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Griffiths, A.J.F., Miller, J.H., Suzuki, D.T., Lewontin, R.C., Gelbart, W.M. (2002). "Genética". Interamericana McGraw-Hill. Traducción de la 7ª edición inglesa. 2
- Hartl, D.L., and Clark, A.G. (2007). "Principles of Population Genetics". Fourth Ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Klug, W.S. y Cummings, M.R. (1999). "Conceptos de Genética". 5ª Edición. Prentice Hall Iberia. Madrid.
- Nei, M. and Kumar, S. (2000). Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford University Press. New York. USA.

### Referencias:

- Eric S. Lander and Robert A. Weinberg. (2000). GENOMICS: Journey to the Center of Biology. Science 287:1777-1782
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, P., Kuiper, M., Zabeau, M. (1995). AFLP: a new technique for DNA Fingerprinting. Nucleic Acids Res. 23: 4407-4414.
- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski J.A., and Tingey, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Res. 18: 6351-6355. Jones, N., Ougham, H., and Thomas, H. (1997) Markers and mapping: we are all geneticists now. New Phytol. 137: 165-177.
- Brown, J.K.M. (1996). The choice of molecular markers methods for population genetics studies of plant pathogens. New Phytologist 133: 183-195.
- Bonin, A., Ehrich, A., and Manel, S. (2007) Statistical analysis of amplified fragment length polymorphism data: a toolbox for molecular ecologists and evolutionists. Molecular Ecology 16: 3737-3758.
- Xu., J. (2006) Fundamentals of fungal molecular population genetic analyses. Curr. Issues Mol Biol. 8:75-89.

## **8.- Evaluación**

### **8.1: Criterios de evaluación: Se valorarán tres aspectos**

- Adquisición de los fundamentos teóricos (30-40% de la calificación final)
- Análisis de situaciones prácticas y problemas (30% de la calificación final).
- Exposiciones y debates (30-40% de la calificación final)

### **8.2: Sistemas de evaluación:**

- Examen de contenidos teóricos y prácticas.



- Evaluación de la calidad de los contenidos de los trabajos y de la calidad de las presentaciones orales.
- Seguimiento de asistencia y participación.

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

En caso de no superar la asignatura en primera convocatoria se propone una segunda convocatoria que incluirá la realización de un examen y la realización de las siguientes actividades complementarias:

- Presentación de un glosario con los términos descritos en las clases teóricas (listados al final de cada uno de los cuatro bloques temáticos).
- Resumen y resolución de la Práctica 3: Estructura genética de una población fragmentada

### **MÓDULO 3: : Asignaturas Optativas, 9 créditos ECTS**

El tercer módulo está constituido por las asignaturas optativas. Todas ellas tienen asignados 3 créditos ECTS. Este módulo, con 9 créditos ECTS ofrecerá, siguiendo la normativa de la Universidad de Salamanca, 6 asignaturas de las que el alumnado tendrá que cursar 3. En este bloque se ofertan asignaturas que consideramos complementarias de la formación obligatoria de este Máster Universitario. Así se oferta la asignatura de Fisiología Vegetal aplicada a la agricultura y se incluyen 2 asignaturas relacionadas con nuevas aplicaciones de los cultivos agrícolas como son su utilización como materia prima para la producción de biocombustibles y su utilización como biofactorías para la producción de compuestos de interés industrial. Otras 3 asignaturas les permitirán profundizar en sistemas de producción de microorganismos, en el estudio de insectos de interés en agricultura o en la agricultura orgánica.

## Fisiología Vegetal aplicada a la Agricultura

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	302539	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Optativo (obligatorio para aquellos alumnos/as que no hayan cursado Fisiología Vegetal en sus grados respectivos).	Curso	1	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	Óscar Lorenzo Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Previa cita de 9 a 19h.		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57380/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57380/detalle</a>		
E-mail	oslo@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5117

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

### 2.- Recomendaciones previas

--

### 3.- Objetivos de la asignatura

Fomentar el espíritu crítico en relación con el aprendizaje de los conocimientos teóricos y experiencias prácticas adquiridos en la materia de la asignatura y conocimiento de la fisiología de las plantas y aplicaciones en la biotecnología agrícola.

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b> 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	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>bibliografía científica adecuada.</p> <ol style="list-style-type: none"> <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>4.2: Competencias Específicas:</b>  Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos ofrecidos en esta asignatura y en relación con los de las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.</li> <li>2. Analizar e interpretar el funcionamiento de las plantas mediante la utilización de los soportes y herramientas disponibles</li> </ol> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>4. Comparar y relacionar los conocimientos teóricos y las diferentes experiencias de laboratorio que permitirán comprender el funcionamiento de las plantas</li> </ol> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos ofrecidos en cada asignatura y en relación con los de las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.</li> <li>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.</li> </ol> <p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>presentación oral</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

<p>actualización autónoma de los conocimientos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>3. Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> <li>4. Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>5. Desarrollar la capacidad para elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.</li> <li>6. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis sobre la información transmitida por el profesorado y sobre la adquirida de manera personal.</li> <li>7. 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.</li> </ol>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b> Serán de aplicación las que el estudiante debe adquirir a lo largo del Máster.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

## 5.- Contenidos (temario)

### Contenidos teóricos

En esta materia se explicará la pared celular vegetal, su composición y estructura, así como las funciones tan importantes que desempeña en la fisiología de las plantas. Posteriormente, se estudiarán las relaciones hídricas y la nutrición mineral, algunos procesos metabólicos claves, como la fotosíntesis y la respiración y, finalmente, se estudiará la regulación del crecimiento y el desarrollo por factores internos y externos.

Contenidos teóricos:

Bloque I. La Pared celular. Absorción de agua y transporte por el xilema. Transpiración. Nutrición mineral de las plantas: absorción y transporte de nutrientes minerales.

Bloque II. Metabolismo: Fases fotoquímica y bioquímica de la fotosíntesis. Transporte de fotoasimilados en la planta. Respiración.

Bloque III. Crecimiento y desarrollo: concepto de hormona vegetal, Auxinas, Citoquininas, Giberelinas, Ácido abscísico, etileno y otros reguladores. Fotomorfogénesis. Frutos y semillas. Senescencia y abscisión.

### Contenidos prácticos

Análisis de la enzima Rubisco mediante técnicas electroforéticas en plantas mono y dicotiledóneas. Bioensayos de hormonas vegetales.

## 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	29
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		2		5	7
Tutorías		4			4
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2	1	14	17
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		36	5	34	75

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

**PLANT PHYSIOLOGY AND DEVELOPMENT** (6ª Edición) (2015) y posteriores

L. Taiz., E. Zeiger, I.M. Moller, A. Murphy. *Sinauers Associates Inc. Publishers*

**FUNDAMENTOS DE FISIOLÓGÍA VEGETAL** (2008)

J. Azcón-Bieto, M.Talón (2ª Ed.) (2008) *Ed. McGraw-Hill Interamericana*

**MOLECULAR LIFE OF PLANTS** (2012)

R. Jones, H. Ougham, H. Thomas, S. Waaland. *Ed. Wiley-Blackwell*

**BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY OF PLANTS** (2ª Edición) (2016)

B.B. Buchanan, W. Gruissen, R.L. Jones. *Ed. Wiley-Blackwell*

### 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 (50%)

Exposiciones y debates (50%)

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

Trabajo detallado de las actividades de Prácticas e importancia de los resultados en la práctica agrobiotecnológica.

# LA BIOMASA VEGETAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302541	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	castellano				
Área	Fisiología Vegetal				
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	José Ignacio Martín Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Botánica y Fisiología Vegetal		
Área	Fisiología Vegetal		
Centro	Facultad de Biología		
Despacho	Campus Unamuno. Facultad de Farmacia, 1ª planta		
Horario de tutorías	A convenir con el profesor		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57276/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57276/detalle</a>		
E-mail	a56562@usal.es	Teléfono	923294471

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

## 2.- Recomendaciones previas

Se recomienda que los alumnos matriculados tengan conocimientos previos de metabolismo vegetal.

## 3.- Objetivos de la asignatura

Como objetivo general de la asignatura se pretende que el alumno adquiera conocimientos sobre los procesos de obtención de distintos biocombustibles a partir de distintas fuentes de origen vegetal, incluyendo aspectos técnicos, aproximaciones biotecnológicas encaminadas a la optimización de los mismos y consideraciones sociales y ambientales. Al finalizar la asignatura el alumno:

-Será capaz de identificar los distintos compuestos vegetales que pueden utilizarse como sustratos para la obtención de biocombustibles.

-Conocerá y será capaz de diseñar mecanismos para mejorar la producción de biocombustibles, bien sea incrementar la cantidad de biomasa vegetal o modificar los sustratos vegetales de forma que se mejore el proceso de obtención de los mismos.

-Sabrá valorar experimentalmente la composición de las paredes celulares en relación con los procesos de obtención de bioetanol.

-Habrà desarrollado criterios propios sobre las posibles ventajas de la utilización y producción de biocombustibles frente a otras fuentes de energía. Habrá adquirido la capacidad de exponer y defender sus opiniones.

-Habrà mejorado en el desarrollo de un aprendizaje autónomo y en su capacidad de manejar información.

<b>4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje</b>	
<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
<p><b>4.1: Competencias Básicas:</b>  Las básicas del título:  -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>	<p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b>  -Establecer los distintos compuestos vegetales que pueden utilizarse como sustratos para la obtención de biocombustibles, y la forma en la que pueden ser utilizados, analizando su composición y los posibles puntos de actuación para modificarla  -Diseñar mecanismos que permitan modificaciones encaminadas a mejorar el proceso de obtención de biocombustibles, ya sea mediante el incremento de la biomasa o su adecuación a los procesos de producción.  -Desarrollar criterios propios sobre las posibles ventajas de la utilización y producción de biocombustibles frente a otras fuentes de energía  -Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos, evaluando los cambios en la composición de las paredes celulares vegetales que mejoran la producción de biocombustibles.</p>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b>  -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.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estimular en el estudiante la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.</li> <li>-Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos.</li> <li>-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>-Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>-Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.</li> </ul>	
---	--

## 5.- Contenidos (temario)

Contenidos teóricos: Se analizarán los distintos compuestos vegetales que se utilizan como sustratos para la producción de biocombustibles y biomateriales, así como el papel de las algas en esta producción. Se estudiarán procesos para incrementar la cantidad de biomasa vegetal o para modificar los sustratos vegetales de forma que se mejore el proceso de producción de biocombustibles. Por último, se estudiarán las perspectivas de futuro y las ventajas, tanto económicas como ecológicas de los biocombustibles en relación con otras fuentes de energía.

Temario: Distintos sustratos en la producción de Biocombustibles y Biomateriales: sacarosa y almidón; polisacáridos de la pared celular; lignina; lípidos; aceites esenciales, resinas y ceras; otros polímeros de interés. Las algas en la producción de Biocombustibles y Biomateriales. Modificación de los microorganismos para mejorar la producción de Biocombustibles y Biomateriales. Retos, perspectivas, economía y cambio climático.

Contenidos prácticos: Purificación de paredes celulares a partir de distinto material vegetal. Determinación del contenido en celulosa y lignina. Valoración de la capacidad de sacarificación de paredes celulares sometidas a distintos tratamientos.

## 6.- Metodologías docentes

**Las metodologías docentes incluyen:**

**Sesiones Magistrales** de los conceptos y contenidos asociados a esta materia

**Prácticas** en el laboratorio

**Preparación y exposición de trabajos** monográficos, incluyendo análisis de fuentes documentales, preparación de trabajos y presentación.

**Tutorías** especializadas, individuales o en pequeños grupos.

**Trabajo personal autónomo:** preparación de trabajos y estudio.

**Actividades de evaluación (exámenes escrito y evaluación de los informes).**

Con cada una de estas actividades se pretenden alcanzar las siguientes competencias y objetivos:

Con las clases magistrales:

-Establecer los distintos compuestos vegetales que pueden utilizarse como sustratos para la obtención de biocombustibles, así como diseñar los mecanismos para mejorar su proceso de producción.

-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:

-Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos, evaluando los cambios en la composición de las paredes celulares vegetales que mejoran la producción de biocombustibles.

-Educar, desarrollar y potenciar sus habilidades para trabajar en equipo.

Con las tutorías:

-Ayudar al estudiante en la comprensión del contenido de la asignatura.

-Guiarle y suministrarle bibliografía para que pueda ampliar sus conocimientos y pueda preparar de forma correcta los trabajos que se le demandan.

Con la preparación y presentación de trabajos monográficos, presentación oral, Análisis de fuentes documentales y trabajo autónomo:

-Desarrollar un aprendizaje autónomo mediante la revisión teórica de alguno de los aspectos abordados en las clases o una propuesta de trabajo experimental debidamente justificada.

-Mejorar su capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.

-Desarrollar criterios propios sobre las posibles ventajas de la utilización y producción de biocombustibles frente a otras fuentes de energía.

-Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje que permitan la actualización autónoma de los conocimientos.

-Adquirir la capacidad de exponer y defender sus opiniones respecto a la utilización de los biocombustibles mediante la exposición de un trabajo elaborado al respecto y debatir con el resto del alumnado sus criterios y opiniones.

Con las actividades de evaluación:

-Determinar el grado de adquisición de las competencias

-Evaluar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos ofrecidos en esta asignatura y en relación con otras asignaturas, fomentando la orientación multidisciplinar.

### 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		10	25
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	10	7	17
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	8		10	18
Tutorías	3			3
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			10	10
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

-Para contenidos generales sobre metabolismo vegetal, estructura de biomoléculas y biología celular:

**PLANT PHYSIOLOGY AND DEVELOPMENT** (7ª Edición) (2022)

L. Taiz; E. Zeiger; I.M. Moller; A. Murphy. *Oxford University Press*

**BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY OF PLANTS** (2ª Edición) (2016)

B.B. Buchanan; W. Gruissen; R.L. Jones. *Ed. Wiley-Blackwell*

-Para cuestiones específicas sobre biocombustibles y mejora de los procesos de producción se utilizarán

revisiones y artículos de investigación de las principales revistas especializadas

**-Biotechnology for Biofuels and Bioproducts** (Springer Nature)

**-Biofuels** (Taylor and Francis Ltd.)

**-Biofuels, Bioproducts and Biorefining** (Wiley's Scientific Journals)

**-Frontiers in Energy Research** (Frontiers Media)

**-Biotechnology for Sustainable Material** (Springer Nature)

Así mismo, cada año se realizarán búsquedas en las principales revistas del área de fisiología vegetal de revisiones y artículos de investigación que traten los diferentes aspectos recogidos en la signatura (New Phytologist; Frontiers in Plant Science; Plant, Cell and Environment; Journal of Experimental Botany; Field Crops Research; Trends in Plant Science; Nature Plants; Plant Physiology; Plant Physiology and Biochemistry; Plant Biotechnology Journal).

## 8.- Evaluación

### 8.1: Criterios de evaluación:

Para la evaluación se seguirán las directrices Reglamento de Evaluación de la Universidad de Salamanca (aprobado en la sesión del Consejo de Gobierno de 19 de diciembre de 2008 y modificado en las sesiones del Consejo de Gobierno de 30 de octubre de 2009, de 28 de mayo de 2015 y de 27 de mayo de 2021) que regula los sistemas de evaluación y calificación del aprendizaje de los estudiantes en las enseñanzas de la Universidad de Salamanca conducentes a títulos oficiales (Grado y Máster Universitario) y propios. De igual forma, se seguirán los criterios generales de evaluación propios del Máster.

### 8.2: Sistemas de evaluación:

La evaluación se realizará de la siguiente forma:

-Prueba objetiva escrita. Esta evaluación supondrá un 50% de la calificación final y se evaluarán las competencias desarrolladas con las actividades de Clase Magistral, Clase práctica y Actividades de evaluación.

-Presentación escrita y exposición oral de un trabajo. Esta evaluación supondrá un 25% de la calificación final y se evaluarán las competencias desarrolladas con las actividades de Preparación de Trabajos, Tutorías y Actividades de evaluación.

-Informe sobre las prácticas. Esta evaluación supondrá un 25% de la calificación final y se evaluarán las competencias desarrolladas con las actividades de Clase Práctica, Preparación de Trabajos y Actividades de evaluación.

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

La evaluación se llevará a cabo de forma continua a lo largo de toda la asignatura. La calificación final vendrá determinada por la evaluación del contenido impartido en todas las actividades.

Para la evaluación se tendrá en cuenta la asistencia, grado de participación y calidad de presentación en las distintas actividades propuestas.

Para la recuperación se realizará una prueba escrita que incluirá cuestiones relativas a los contenidos teóricos, prácticos y de cualquier otra actividad realizada en el curso.

Las pruebas escritas de los contenidos correspondientes a las clases magistrales, presentaciones de trabajos y prácticas estarán encaminadas a evaluar el grado de adquisición de las competencias asociadas a estas actividades.

# LAS PLANTAS COMO BIOFACTORÍAS

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302542	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	castellano				
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	CIALE		
Despacho	Laboratorio 7		
Horario de tutorías	Bajo petición		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/206349/detalle</a>		
E-mail	paa@usal.es	Teléfono	294500 ext. 5120

## 2.- Recomendaciones previas

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

## 3.- Objetivos de la asignatura

Se pretende dar una visión global actualizada y presentar las perspectivas de futuro de esta disciplina, para se introducirá al alumno con los últimos desarrollos en el uso de las plantas como biofactorías. Se explicarán la naturaleza de las moléculas con interés a producirse en plantas o en cultivos de células o tejidos de las plantas en biorreactores, las tecnologías utilizadas para obtenerlas, así como ejemplos de compuestos y empresas biotecnológicas que desarrollan estos productos usando la maquinaria vegetal. Se indicará la regulación y posibilidades de usar las plantas biofactorías y su interés económico en el mercado. Se introducirá el concepto de agricultura molecular (molecular farming).

## 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. 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</li> </ol>	<p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>

<p>informes y redactar protocolos.</p> <p>5. Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar.</p> <p>6. Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</p> <p>7. Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.</p> <p>8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</p>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>1. Analizar las posibilidades de la utilización de las plantas como biofactorías</p> <p>2. Aprender a utilizar vectores para la obtención de proteínas recombinantes en plantas y conocimiento de diferentes plataformas para la producción de proteínas en plantas.</p> <p>3. Controlar los factores que hay que tener en cuenta para la elección de un cultivo para su uso como biofactorías mediante la utilización de distintos sistemas de producción en cultivos vegetales tanto <i>in vivo</i> como <i>in vitro</i>.</p>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p>1. Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>2. Trabajo en equipo. Capacidad para comunicarse con personas no expertas.</p> <p>3. Habilidad para trabajar de forma autónoma.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

## 5.- Contenidos (temario)

### Contenidos teóricos

Introducción. Aproximaciones para la obtención de productos de interés en plantas: Cultivos de células y tejidos vegetales; Biorreactores; Producción de proteínas recombinantes; Producción de metabolitos secundarios de interés comercial; Biotecnología ambiental (Biorremediación, aguas residuales...); Obtención de compuestos de uso industrial y de interés farmacéutico y cosmético en biofactorías. Legislación.

### Contenidos prácticos

Desarrollo experimental de obtención de proteínas o antígenos recombinantes en plantas, de síntesis y obtención de productos comerciales, y de producción de moléculas de interés de plantas.

## 6.- Metodologías docentes

Con las clases magistrales se pretende:

1. Introducir los conceptos básicos para utilizar las plantas o material vegetal como biofactorías.
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 para la obtención, inducción y cuantificación de proteínas recombinantes de cultivos celulares y de especies con interés industrial.

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, la presentación oral y el examen se pretende:

1. Diseñar un protocolo de obtención de metabolitos o proteínas recombinantes usando las plantas como biofactorías, evaluando sus usos, problemática, posible implementación y mercado.

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.

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	30
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	15	8	23
	- 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				
Otras actividades (detallar):				
Exámenes	2			2
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>		<b>38</b>	<b>75</b>

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

Libros:

- 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

PubMed:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=plants+biofactories>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=plant+bioreactor>

Teaching Tools in Plant Biology, published by the American Society of Plant Biologists:

<https://academic.oup.com/plcell/pages/teaching-tools-plant-biology>

## 8.- Evaluación

### 8.1: Criterios de evaluación:

Se evaluará la capacidad del alumno de haber adquirido y asimilado los conocimientos generales y particulares del uso de las plantas como biofactorías usando distintas aproximaciones biotecnológicas. Esto se tendrá que ver reflejado en una exposición de un trabajo que tendrán que presentar la naturaleza, síntesis, técnicas, implementación y mercado de compuestos de interés biológico en distintos tipos de industria. 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. Por último, el examen constará de un supuesto práctico para demostrar que se han adquirido los conocimientos necesarios para superar la asignatura.

### 8.2: Sistemas de evaluación:

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

Informe de prácticas de laboratorio: 25%

Exposición y debate de un trabajo: máximo 25%

Examen: 40%

### 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), donde el estudiante pueda demostrar que ha adquirido los conocimientos del uso de las plantas como biofactorías y sea capaz de comunicarlos de una manera precisa y ordenada.

## INSECTOS DE INTERÉS EN MEDIOS AGRÍCOLAS

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	302546	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Optativo	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	castellano				
Área	Zoología				
Departamento	Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola				
Plataforma virtual	Studium				

### 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Laura Baños Picón	Grupo / s	
Departamento	Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola		
Área	Zoología		
Centro	Facultad de Biología		
Despacho	Fac. Farmacia 5ª planta		
Horario de tutorías	A acordar con el alumno mediante correo electrónico		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57290/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57290/detalle</a>		
E-mail	lbanos@usal.es	Teléfono	677596259

Profesor	Josep Daniel Asís Pardo	Grupo / s	
Departamento	Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola		
Área	Zoología		
Centro	Facultad de Biología		
Despacho	Fac. Farmacia 5ª planta		
Horario de tutorías	A acordar con el alumno mediante correo electrónico		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56456/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56456/detalle</a>		
E-mail	asis@usal.es	Teléfono	677596268

### 2.- Recomendaciones previas

--

### 3.- Objetivos de la asignatura

Desde el punto de vista teórico, en este curso se pretende que el alumno:

- Conozca los grupos de insectos, tanto perjudiciales como beneficiosos, de presencia común en agroecosistemas mediterráneos, así como de los aspectos generales de su biología y ecología.
- Comprenda las estrategias básicas empleadas para el control adecuado de las poblaciones de insectos potencialmente perjudiciales.
- Conozca diferentes estrategias de manejo del hábitat y prácticas agrícolas para el mantenimiento de la biodiversidad asociada a ecosistemas agrícolas y para potenciar los servicios ecosistémicos que proporcionan los insectos en estos medios.

Mediante la exposición de ejemplos prácticos de modelos de estudio y su discusión a través de diferentes actividades prácticas, el alumno deberá ser capaz de identificar y plantear diseños experimentales que le



podrían permitir el estudio del efecto que diferentes componentes del paisaje agrícola y de su manejo tienen sobre los grupos de artrópodos asociados.

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <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 habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada.</li> <li>2. Estimular la capacidad para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.</li> <li>3. Desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>4. Mejorar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico.</li> <li>5. Aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas prácticos.</li> </ol>	<p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer los diferentes grupos de insectos (y de otros artrópodos) beneficiosos y perjudiciales, de interés en medios agrícolas.</li> <li>2. Adquirir los conocimientos fundamentales en relación con su biología y ecología en medios agrícolas.</li> <li>3. Analizar el papel, tanto perjudicial como beneficioso, ejercido por los diferentes grupos de insectos, prestando atención a diferentes factores que pueden determinar su impacto sobre la agricultura en la actualidad.</li> <li>4. Conocer y comprender las diferentes estrategias existentes dirigidas a potenciar la agrobiodiversidad y los servicios beneficiosos proporcionados por insectos (depredación, parasitoidismo y polinización) en cuanto a prácticas agrícolas y manejo de hábitat.</li> <li>5. Diseñar un proyecto que dé respuesta a un objetivo concreto, mediante aplicación e integración de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos.</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potenciar y desarrollar sus habilidades para trabajar en equipo.</li> <li>2. Relacionar e integrar los conocimientos teóricos adquiridos y ser capaz de aplicarlos en diferentes escenarios de manera resolutive.</li> <li>3. Desarrollar su capacidad expositiva y comunicadora.</li> <li>4. Potenciar los hábitos y las habilidades de autoaprendizaje del alumno.</li> <li>5. Fomentar las habilidades de consulta, búsqueda, selección y gestión de bibliografía científica relevante.</li> <li>6. Desarrollar habilidades de expresión escrita</li> </ol>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

en la presentación de proyectos de carácter científico.

## 5.- Contenidos (temario)

### Contenidos teóricos

**Bloque I.-** Introducción. Insectos beneficiosos y perjudiciales, biología y diversidad. Introducción a los medios agrícolas como hábitat para estos organismos. Control biológico de plagas de insectos: tipos, ejemplos, directiva y problemática asociada.

**Bloque II.-** Introducción a los medios agrícolas y escalas espaciales. Ecología de insectos en medios agrícolas. Servicios al ecosistema. Enemigos naturales, polinizadores y herbívoros. Hábitats y recursos. Movimientos de forrajeo y dispersión. Interacciones. Especialización de hábitat.

**Bloque III.-** Manejo de hábitat. Estrategias de manejo de recursos (alimento, refugio, conectividad). Estrategias mediante empleo o modificación de prácticas agrícolas. Producción integrada de cultivos y control biológico por conservación.

### Contenidos prácticos

Taller de casos prácticos: sesión dinámica y de participación grupal dirigida por el profesor.

Salida práctica: a determinar. Posibilidad de realizar salida de campo o visita a centros de interés.

Actividades on-line (*Hot potatoes*, noticias y artículos) para la discusión de temas de interés.

## 6.- Metodologías docentes

Las metodologías docentes empleadas incluyen la participación de los alumnos en debates, discusiones y casos prácticos. Es por esto que se requiere, por parte del alumno, un modo activo de participación, cuyo grado será considerado por el profesor para su evaluación. Asimismo, uno de los objetivos de la asignatura es que el alumno sea capaz de elaborar un pequeño proyecto en el que sintetice a partir de los resultados de trabajos científicos actualizados, los principales mecanismos de control de una plaga agrícola de interés.

### 6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		21		6	27
Prácticas	- En aula	6	3	3	12
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo	6			6
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		2		4	6
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		20	22
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		39	3	33	75

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

--Burel, F., & Baudry, J. (2002). Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones. Mundi Prensa Libros SA.

--Turner, M. G., Gardner, R. H., O'Neill, R. V., & O'Neill, R. V. (2015). Landscape ecology in theory and practice. Springer-Verlag New York.

--Gergel, S. E., & Turner, M. G. (Eds.). (2017). Learning landscape ecology: a practical guide to concepts and techniques. Springer-Verlag New York.

--Abrol, D. P. (2011). Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production. Springer Science & Business Media.

--Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2004). Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press.

-- Flint, M. L., & Dreistadt, S. H. (1998). Natural enemies handbook: the illustrated guide to biological pest control. Univ of California Press.

--Bostanian, N. J., Vincent, C., & Isaacs, R. (2012). Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions. Springer Science & Business Media.

--Boller, E. F., Häni, F. & Poehling, H. M. (2004). Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL).

--Domínguez García-Tejero, F. (1998). Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Mundi-Prensa

--Más recursos actualizados disponibles para el alumno en Studium.

## 8.- Evaluación

### 8.1: Criterios de evaluación:

- Proyecto escrito (ejercicio individual): 70%
- Taller de casos prácticos (ejercicio grupal): 20%
- Asistencia y participación (sesiones teóricas, prácticas, ejercicios): 10%

### 8.2: Sistemas de evaluación:

- Control de la asistencia mediante firmas.
- Análisis de la participación del alumno en las actividades propuestas. Valoración del interés y motivación en su actitud con respecto a los ejercicios propuestos.
- Diseño y entrega de un trabajo que será evaluado por el profesor atendiendo a los criterios expuestos en clase y a las indicaciones que aparecen en Studium.

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

- Cumplir con los criterios explicados en clase para la preparación y presentación del trabajo individual. Mostrar una actitud participativa en debates y ejercicios de resolución de problemas.
- Para la recuperación de la asignatura el alumno deberá realizar una prueba final escrita sobre los contenidos teórico-prácticos que se han impartido en la asignatura.

# SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302547	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura	castellano				
Área	Microbiología				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor	María Belén Rubio Pérez	Grupo / s	1
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	Instituto Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias		
Despacho	Lab 6		
Horario de tutorías	A determinar con los alumnos, según horarios definitivos		
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	923 294500 ext. 5126

## 2.- Recomendaciones previas

--

## 3.- Objetivos de la asignatura

### Objetivo general:

El aprendizaje de los distintos sistemas empleados para la producción de microorganismos y la obtención de subproductos microbianos para su aplicación en agricultura.

## 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>
<b>4.1: Competencias Básicas:</b>  CB1- Estimular el autoaprendizaje de forma que promueva una actualización autónoma de conocimientos. CB2- Desarrollar habilidades de gestión de la información mediante la búsqueda de bibliografía científica adecuada. CB3- Estimular en el estudiante la capacidad	<b>4.1: Conocimientos:</b>

<p>para realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.</p> <p>CB4- Desarrollar la capacidad para elaborar informes y redactar protocolos.</p> <p>CB5- Desarrollar la capacidad para integrar los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura con los ofrecidos en otras asignaturas, fomentando el enfoque multidisciplinar.</p> <p>CB6- Educar, desarrollar y potenciar las habilidades para trabajar en equipo.</p> <p>CB7- Desarrollar la capacidad de comunicación oral y fomentar el espíritu crítico y la defensa de las propias opiniones.</p> <p>CB8- Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</p>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b></p> <p>Con las <u>clases magistrales</u> se pretende:</p> <p>CE1- La adquisición de conocimientos sobre los distintos tipos de sustratos y de fermentaciones clásicas.</p> <p>CE2- Fomentar la integración de conocimientos teóricos fundamentales para producir microorganismos.</p> <p>CE3- Analizar las distintas posibilidades de producción tanto de bacterias como de hongos así como de obtención de sus subproductos para su posterior aplicación en agricultura.</p> <p>CE4- Dar una visión de los métodos de producción microbiana más apropiados para su uso en la agricultura del futuro.</p> <p>Con las <u>clases prácticas</u> se pretende:</p> <p>CE5- Complementar los conocimientos teóricos mediante la producción de microorganismos tanto en medio sólido como en medio líquido, así como la recuperación de los mismos.</p> <p>CE6- Complementar los conocimientos teóricos mediante la obtención de subproductos microbianos y posterior análisis de su actividad.</p> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <p>CE7- Orientar al alumno en la adquisición de herramientas de aprendizaje que le permitan continuar su formación autónoma en materia de producción microbiana.</p> <p>CE8- Proporcionar criterios objetivos para la búsqueda de información y el desarrollo de proyectos en relación a la producción de microorganismos.</p> <p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>presentación oral</u> se pretende:</p>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

<p>CE9- Que el alumno sea capaz de dar respuesta a las preguntas que se le planteen mediante la integración de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos y mediante la búsqueda de bibliografía científica relevante. CE10- Que el alumno se ponga al día de cuáles son los principales métodos de producción aplicados actualmente en agricultura y qué ventajas e inconvenientes presentan cada uno de ellos.</p>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <p><b>Instrumentales:</b> Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p><b>Personales:</b> Trabajo en equipo. Capacidad para comunicarse con personas no expertas.</p> <p><b>Sistémicas:</b> Habilidad para trabajar de forma autónoma.</p>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

## 5.- Contenidos (temario)

### Contenidos teóricos

**Bloque I. Tipos generales de fermentaciones.** Fermentación acética. Fermentación alcohólica. Fermentación butírica. Fermentación láctica.

**Bloque II. Producción de microorganismos de interés agrícola.** Ventajas e inconvenientes de la producción en fase sólida y líquida. Producción *in vitro* de bacterias. Producción *in vitro* de hongos. Producción *in vivo* de micorrizas. Obtención de subproductos microbianos.

**Bloque III. Perspectivas futuras.** Biotecnología aplicada a las fermentaciones.

### Contenidos prácticos

-Producción de microorganismos en medio sólido y líquido y recuperación de los mismos.

-Obtención de subproductos microbianos a partir de sobrenadantes de cultivo y posterior análisis de su actividad

## 6.- Metodologías docentes

Se utilizarán metodologías docentes clásicas como las clases magistrales, apoyadas en diapositivas explicativas en formato tipo Power-Point. Para las clases prácticas, los alumnos dispondrán de un laboratorio de microbiología con el equipamiento necesario para la correcta realización de las mismas y se les proporcionará un guión sobre cada práctica. Además de un trabajo personal en formato *dossier* sobre las prácticas, los alumnos realizarán un trabajo sobre un artículo de investigación seleccionado por ellos mismos entre los propuestos por el profesorado y realizarán una exposición y defensa del mismo. Mediante una tutoría presencial se pretende extraer las conclusiones más relevantes de la temática de la asignatura así como solventar aquellas dudas que los alumnos puedan tener. Todas las presentaciones utilizadas por el profesorado así como artículos relacionados con la asignatura, podrán ser consultados y descargados por los alumnos a través de *Stodium*.

<b>6.1.- Distribución de metodologías docentes</b>					
		<b>Horas dirigidas por el profesor</b>		<b>Horas de trabajo autónomo</b>	<b>HORAS TOTALES</b>
		<b>Horas presenciales.</b>	<b>Horas no presenciales.</b>		
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		8	13
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				8	8
Otras actividades (detallar)					
Tutorías		2			2
Exámenes		2			2
<b>TOTAL</b>		<b>37</b>		<b>38</b>	<b>75</b>

<b>7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microorganisms in sustainable agriculture and biotechnology. (2012). Springer Netherlands.</li> <li>- Advances in agricultural and industrial microbiology: Applications of microbes for sustainable agriculture and in-silico strategies. (2022). Singapur: Springer Nature Singapore.</li> <li>- Environmental and agricultural microbiology: Applications for sustainability. (2021). Reino Unido: Wiley.</li> <li>- Sustainable utilization of fungi in agriculture and industry. (2022). Singapur: Bentham Science Publishers.</li> <li>- <i>Bacillus thuringiensis</i> and <i>Lysinibacillus sphaericus</i>: Characterization and use in the field of biocontrol. (2017). Alemania: Springer International Publishing.</li> <li>- Arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable agriculture: Inoculum production and application. (2024). Singapur: Springer Nature Singapore.</li> <li>- Microorganisms for green revolution: Microbes for sustainable crop production. (2017). Singapur: Springer Singapore.</li> </ul>

<b>8.- Evaluación</b>
<p><b>8.1: Criterios de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizará un examen teórico de preguntas cortas que supondrá un 40% de la calificación final.</li> <li>- La preparación de un informe de prácticas de laboratorio en el que figuren las distintas actividades realizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de los mismos supondrá un 20% de la calificación final.</li> <li>- La exposición oral y discusión crítica de un trabajo supondrá un 20% de la calificación final. Se valorará también la participación del estudiante en la discusión de los trabajos presentados por sus compañeros.</li> <li>- La presentación escrita de las conclusiones extraídas del trabajo realizado supondrá un 20% de la calificación final.</li> </ul> <p><b>8.2: Sistemas de evaluación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen de preguntas cortas.</li> <li>- Informe de prácticas.</li> <li>- Exposición oral y defensa de un trabajo, así como participación en la discusión o debate.</li> <li>- Presentación escrita de las conclusiones extraídas de un tema previamente seleccionado.</li> </ul> <p><b>8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:</b></p> <p>Los sistemas de evaluación estarán basados en las cuatro pruebas anteriormente descritas (examen de conocimientos teóricos, informe de prácticas, exposición oral, defensa y participación en discusión o debate y trabajo escrito de conclusiones extraídas).</p> <p>La recuperación de la asignatura se basará en dos pruebas. Los contenidos de las clases teóricas y prácticas se valorarán con un examen escrito de preguntas cortas que supondrá un 50% de la nota. La presentación oral y análisis crítico sobre un artículo científico seleccionado por el profesor supondrá el otro 50% de la nota final.</p>

# AGRICULTURA ORGÁNICA

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302548	Plan	M071	ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura	Castellano				
Área	Microbiología				
Departamento	Microbiología y Genética				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor Coordinador	Javier Sánchez Martín	Grupo / s	
Departamento	Microbiología y Genética		
Área	Microbiología		
Centro	CIALE		
Despacho	Despacho 7, CIALE (Edificio Administrativo)		
Horario de tutorías	14:00-15:00 h, en fechas que se imparte la asignatura		
URL Web	<a href="https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle">https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/328907/detalle</a>		
E-mail	j.sanchezmartin@usal.es	Teléfono	634 44 68 55

## 2.- Recomendaciones previas

Es deseable tener conocimientos básicos de Biología, Agronomía, Fitopatología, Microbiología y Genética.

## 3.- Objetivos de la asignatura

1. Desarrollo de la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en materia de Agricultura Orgánica en relación con los ofrecidos en las demás asignaturas, fomentando la integración multidisciplinar.
2. Planificar una explotación agrícola basado en el respeto al ecosistema ajustándose a la legislación comunitaria que regula la producción ecológica (Farm-to-Fork strategy).
3. Evaluar la autorregulación de los agroecosistemas permitiendo una producción de bajo impacto con el entorno comparado con otros sistemas productivos más intensivos.
4. Conocer las distintas prácticas de la producción vegetal para practicar una agricultura integrada en una sociedad sensible hacia los problemas ambientales y que exige la seguridad alimentaria.

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

<p><b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i></p> <p><b>4.1: Competencias Básicas:</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</li> </ol>	<p><b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i></p> <p><b>4.1: Conocimientos:</b></p>
--	--



<p>realizar diseños experimentales sobre la base del método científico.</p> <ol style="list-style-type: none"> <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 sobre temas actuales.</li> <li>8. Mejorar la capacidad para manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.</li> </ol>	
<p><b>4.2: Competencias Específicas:</b> 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 Agricultura orgánica.</li> <li>2. Evaluar las ventajas e inconvenientes de la Agricultura orgánica respecto a la Agricultura tradicional.</li> <li>3. Evaluar las ventajas de Agricultura orgánica para clima, el agua, al suelo, al agua y la nutrición humana.</li> <li>4. Fomentar la integración de conocimientos teóricos de preservación de la biodiversidad.</li> <li>5. Planificar una explotación agrícola respetando al ecosistema, socialmente aceptado y justo, y económicamente rentable.</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 Agricultura orgánica.</li> <li>2. Seleccionar y caracterizar variedades adaptadas al sistema agrícola elegido para la protección del ecosistema.</li> <li>3. Diseño de Agroecosistemas sostenibles: cultivos herbáceos.</li> <li>4. Métodos para analizar la estructura y fertilidad del suelo.</li> <li>5. Efectos de diferentes fertilizantes en el crecimiento de plantas.</li> </ol> <p>Con las <u>tutorías</u> se pretende:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la capacidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en materia de Agricultura orgánica con los adquiridos en las restantes asignaturas del posgrado de</li> </ol>	<p><b>4.2: Habilidades:</b></p>

<p>Agrobiotecnología.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Evaluar las posibilidades de la Agricultura orgánica 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 Agricultura orgánica.</li> </ol> <p>Con la <u>preparación de trabajos</u> y la <u>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 e inconvenientes de la Agricultura orgánica a través de un conocimiento preciso de sus mecanismos de implementación y de sus aplicaciones.</li> </ol>	
<p><b>4.3: Competencias Transversales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida.</li> <li>• Capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo.</li> <li>• Capacidad para comunicar información científica de manera clara, eficaz y precisa, tanto de forma oral como escrita.</li> <li>• Capacidad para utilizar herramientas informáticas básicas y avanzadas para la búsqueda, análisis y comunicación de información.</li> <li>• Capacidad para la gestión del tiempo y la organización de tareas.</li> <li>• Habilidad para adaptarse a nuevas situaciones y resolver problemas.</li> <li>• Compromiso ético y profesional en el desarrollo de la actividad académica y profesional.</li> <li>• Capacidad para desarrollar una visión global e interdisciplinar de los problemas relacionados con los patógenos agrícolas.</li> </ul>	<p><b>4.3: Competencias:</b></p>

## 5.- Contenidos (temario)

La asignatura se compone de una parte teórica y de otra práctica. La parte teórica describe las características, ventajas e inconvenientes y estrategias de adopción de la Agricultura Orgánica en un contexto de cambio de paradigma hacia sistemas de producción sostenibles. La parte práctica está destinada a conocer y evaluar el potencial de las variedades locales en la futura Agricultura y conocer de primera mano las diferencias entre la Agricultura orgánica y tradicional.

### Contenidos teóricos

- Módulo I: Introducción a la Agricultura orgánica. Bases ecológicas y agronómicas. Situación actual y

perspectivas.

- Módulo II: El suelo y su mantenimiento. Microorganismos del suelo. Cubiertas vegetales. Gestión de materia orgánica.
- Módulo III: Recursos fitogenéticos. Conservación, uso e importancia de variedades autóctonas.
- Módulo IV: Sanidad vegetal en la Agricultura orgánica. Control de plagas y enfermedades. Gestión y control de plantas adventicias.
- Módulo V: Normativa, comercialización, distribución y marketing en Agricultura orgánica.

### Contenidos prácticos

- Visita de campo para comparación *in-situ* de variedades locales y comerciales de trigo.
- Evaluación de la resistencia a diferentes cepas de oídio de variedades locales de trigo.
- Prácticas de laboratorio: i) control de plantas adventicias, ii) análisis de la estructura y fertilidad de suelos procedentes de la Agricultura orgánica y tradicional y iii) efecto de fertilización inorgánica y orgánica en el cultivo de rábanos.

## 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	15		16	31
Prácticas	- En aula			
	- En el laboratorio	12	5	17
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- Otras (detallar)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	4		10	14
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			10	10
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	1			1
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>		<b>41</b>	<b>75</b>

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

- IFOAM (<https://www.ifoam.bio/>)
- FAO (<https://www.fao.org/organicag/oa-home/es/>)
- Comisión Europea ([https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming\\_es](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming_es))
- USDA (<https://www.usda.gov/topics/organic>)

## 8.- Evaluación

### 8.1: Criterios de evaluación:

- Exámen teórico escrito (35%)
- Informe de prácticas de laboratorio (35%)
- Trabajo escrito (10%)
- Exposiciones y debate (20%)

La nota final se calculará mediante la suma aritmética de las calificaciones obtenidas en cada uno de los cuatro apartados. Para aprobar la asignatura, es necesario alcanzar al menos el 50% de la puntuación total asignada después de sumar los cuatro apartados. Los estudiantes que no logren esta puntuación deberán realizar las pruebas de una evaluación extraordinaria, en la cual deberán demostrar que han adquirido las competencias desarrolladas en las actividades formativas.

### **8.2: Sistemas de evaluación:**

- Prueba escrita sobre conocimientos teóricos. Examen objetivo.
- Elaboración y presentación grupal de una iniciativa en Agricultura Orgánica, preferiblemente un proyecto financiado por la Unión Europea. Se evaluará la capacidad para trabajar en equipo y aplicar los conocimientos de la asignatura.
- Evaluación de la capacidad crítica y de debate en las exposiciones realizadas por otros grupos de estudiantes.
- Resolución de ejercicios durante las clases prácticas.
- Elaboración de un informe de prácticas
- Valoración de la participación en las clases teóricas y prácticas. Se considerará el número de intervenciones, ya sea planteando preguntas o respondiendo a cuestiones planteadas por el profesor, así como la calidad de las mismas.

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

Realización y discusión oral de un trabajo y/o examen escrito con preguntas tipo test y preguntas cortas.

#### **MÓDULO 4: Trabajo Fin de Máster, 9 créditos ECTS**

El cuarto módulo se corresponde con el trabajo de fin de Máster, al que se le han asignado 9 créditos ECTS. Este trabajo será tutorizado por un Profesor del programa y a través del mismo los estudiantes deberán demostrar su nivel de adquisición de las competencias asociadas al Título. Se guiará su desarrollo y evaluación por la normativa desarrollada por la Universidad de Salamanca.

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	302545	Plan	M071	ECTS	9
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Todo el curso
Idioma de impartición asignatura	castellano				
Área	Todas las del programa				
Departamento	Todos los del programa				
Plataforma virtual	Studium				

## 1.1.- Datos del profesorado\*

Profesor	Todos los del programa	Grupo / s	
Departamento	Todos los del programa		
Área	Todas las del programa		
Centro	En función del tutor		
Despacho	Designado por el tutor		
Horario de tutorías	A determinar por el tutor		
URL Web	-		
E-mail	Según tutor	Teléfono	Según tutor

## 2.- Recomendaciones previas

## 3.- Objetivos de la asignatura

Que, con la realización y defensa del TFM, el alumno sea capaz de:

- Resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con la Agrobiotecnología
- 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.
- Comunicar conclusiones de un modo claro y sin ambigüedades haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Defender sus propuestas en discusiones científicas.
- Actualizar de forma autónoma los conocimientos. Gestionar 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
- Diseñar, realizar y analizar experimentos y/o aplicaciones mediante la aplicación del método científico para la resolución de problemas.
- Manejar información en lengua inglesa como herramienta fundamental de desarrollo personal y profesional.
- Evaluar críticamente la literatura científica relacionada con el tema objeto de estudio en cada caso y adquirir criterios objetivos de selección de bibliografía relevante.
- Elaborar informes para la difusión de resultados derivados de la actividad científica o profesional.
- Criticar los hallazgos científicos generados personalmente y aquellos generados por la comunidad

científica, valorando su importancia, trascendencia y repercusiones.  
 -Identificar métodos, procedimientos experimentales y técnicas de análisis aplicables en la caracterización de los sistemas de interés en Agrobiotecnología.  
 -Tomar decisiones ante situaciones prácticas que requieren la aplicación de procedimientos dados para resolver situaciones reales.  
 -Realizar estudios especializados mediante la recopilación, interpretación y elaboración de la bibliografía científica más reciente y el uso eficiente de diversas fuentes.

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

<b>Competencias</b> <i>Complete esta columna si su titulación no ha sido adaptada al RD822/2021</i>	<b>Resultados de aprendizaje</b> <i>Complete esta columna si su titulación ha sido adaptada al RD822/2021</i>
Desarrollar la capacidad de presentar, exponer y defender públicamente el trabajo escrito ante la comisión correspondiente.	
<b>4.1: Competencias Básicas:</b>  Todas las competencias básicas establecidas en las distintas asignaturas del máster.	<b>4.1: Conocimientos:</b>
<b>4.2: Competencias Específicas:</b>  Todas las competencias específicas establecidas en las distintas asignaturas del máster.	<b>4.2: Habilidades:</b>
<b>4.3: Competencias Transversales:</b>  Todas las competencias transversales establecidas en las distintas asignaturas del máster.	<b>4.3: Competencias:</b>

#### 5.- Contenidos (temario)

Trabajo de investigación teórico o práctico sobre temas de Agrobiotecnología relacionados con las asignaturas propuestas.

#### 6.- Metodologías docentes

Los alumnos realizarán un estudio (experimental o bibliográfico) sobre un tema previamente seleccionado de entre los propuestos por los distintos profesores del máster y lo plasmarán en una memoria escrita. Posteriormente, presentarán y defenderán el trabajo ante una Comisión Evaluadora.  
 El TFM corresponde a un trabajo autónomo que cada estudiante realiza bajo la supervisión de un tutor académico que se encarga de asistir y orientar al estudiante para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el trabajo.

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

En función del trabajo a realizar.

#### 8.- Evaluación

##### 8.1: Criterios de evaluación:

Para unificar los criterios de evaluación aplicables, tanto el tutor como los miembros de la Comisión Evaluadora contarán con un sistema de evaluación mediante rúbrica que será proporcionado por la Comisión Académica del Máster.

##### 8.2: Sistemas de evaluación:

La defensa del Trabajo Fin de Máster será realizada por los estudiantes de manera pública y presencial. El/la estudiante tendrá que exponer en un tiempo máximo de 15 minutos el objeto, la metodología, el contenido, y las conclusiones de su Trabajo Fin de Máster, contestando con posterioridad a las preguntas, comentarios y sugerencias que pudieran plantearle los miembros de la Comisión Evaluadora.

En esta defensa se evaluará la adquisición de las competencias antes nombradas, principalmente, la claridad y adecuación de la exposición, las destrezas alcanzadas, los argumentos utilizados para defender su trabajo y la relación con otros datos publicados. El día de la defensa se entregará un resumen y la presentación en soporte informático del trabajo para que pase a formar parte de los archivos del Máster. Previamente los alumnos entregarán un informe con un máximo de 50 páginas que en el caso de que se trate de un trabajo de investigación práctico englobará los siguientes apartados: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones y Bibliografía. Se evaluará principalmente la corrección lingüística y la expresión escrita y la adecuación del planteamiento, desarrollo y conclusiones obtenidas.

La calificación final será la resultante de aplicar la media aritmética entre las notas atribuidas al TFM por cada uno de los miembros de la Comisión Evaluadora.

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

La Comisión Evaluadora tendrá en cuenta la documentación presentada por los estudiantes, el informe del tutor/a y la exposición pública de los trabajos.



## **ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN**

Aquellos alumnos que no hayan superado alguna de las asignaturas podrán realizar actividades de recuperación, en los días que se fijen para tal fin, durante el mes de junio. Dichas actividades serán establecidas por los profesores responsables de cada asignatura y comunicadas a los alumnos que estén en esa situación.

<sup>1</sup> Obligatoria (O) Optativa (OP)