



## DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

<b>Grado/Máster en:</b>	Graduado/a en Ciencias Ambientales por la Universidad de Málaga
<b>Centro:</b>	Facultad de Ciencias
<b>Asignatura:</b>	Tecnologías de Fitorremediación y Propagación Vegetal
<b>Código:</b>	417
<b>Tipo:</b>	Optativa
<b>Materia:</b>	Tecnologías de fitorremediación y propagación vegetal
<b>Módulo:</b>	Materias optativas
<b>Experimentalidad:</b>	63 % teórica y 37 % práctica
<b>Idioma en el que se imparte:</b>	Español
<b>Curso:</b>	4
<b>Semestre:</b>	2
<b>Nº Créditos:</b>	6
<b>Nº Horas de dedicación del estudiante:</b>	150
<b>Tamaño del Grupo Grande:</b>	72
<b>Tamaño del Grupo Reducido:</b>	30
<b>Página web de la asignatura:</b>	Se creará una página de asignatura en la plataforma Moodle de la UMA en el sistema denominado Campus virtual. Esta página estructurada en bloques incluirá contenidos, información sobre las partes práctica y teórica de la asignatura, la evaluación, foros, tareas, y servicio de mensajería activo para las tutorías virtuales.

## EQUIPO DOCENTE

<b>Departamento:</b>	BOTÁNICA Y FISILOGÍA VEGETAL
<b>Área:</b>	FISILOGÍA VEGETAL

Nombre y Apellidos	Mail	Teléfono Laboral	Despacho	Horario Tutorías
Coordinador/a: MIGUEL ANGEL QUESADA FELICE	quefe@uma.es	952134133	DBVb4 Dpto. Biología Vegetal (Módulo de Biología, planta 4) - FAC. DE CIENCIAS	Primer cuatrimestre: Jueves 16:30 - 18:30, Miércoles 16:00 - 18:00, Martes 12:30 - 14:30 Segundo cuatrimestre: Jueves 12:30 - 14:30, Martes 16:00 - 18:00, Miércoles 12:30 - 14:30
ANTONIO JAVIER MATAS ARROYO	antoniojmatas@uma.es	952132541	DBVb4 Dpto. Biología Vegetal (Módulo de Biología, planta 4) - FAC. DE CIENCIAS	Todo el curso: Martes 10:30 - 12:30, Viernes 10:30 - 12:30, Lunes 10:30 - 12:30
CRISTINA FERRER BLANCO	ferrerb@uma.es	-	-	-

## RECOMENDACIONES Y ORIENTACIONES

Se recomienda haber cursado y superado previamente la asignatura Fisiología Animal y Vegetal de segundo curso.

## CONTEXTO

En lo que se refiere al desarrollo de la asignatura:

Se trata de una asignatura de 6 créditos ubicada en el segundo semestre, la responsabilidad del desarrollo y evaluación recae en un profesor con el apoyo de una persona en formación docente y otro profesor con dedicación preferente en las prácticas

En lo que se refiere a la naturaleza de la asignatura:

Se trata de una asignatura con vocación de aplicabilidad que pretende facilitar el conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la fitorremediación en la restauración ambiental y, de forma similar, los fundamentos y aplicaciones de la propagación vegetal en la conservación y producción vegetal. En la parte práctica de la asignatura, los estudiantes se familiarizan con algunas de las tecnologías de remediación ambiental que incluye el uso de plantas, como los humedales artificiales, y en distintas técnicas de propagación vegetativa (acodos, esquejes e injertos) y reproductiva (semilleros de especies cultivadas). Parte de estos objetivos se adquieren también con problemas de supuestos prácticos y la realización de una excursión dedicada al empleo de los humedales artificiales en fitorremediación.

## COMPETENCIAS

### 1 Competencias generales y básicas.

CG1: Poseer y comprender los conocimientos básicos sobre distintas disciplinas relacionadas con el medio ambiente, que partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en fuentes de información específica, se desarrollan en la propuesta de título de Grado en Ciencias Ambientales que se presenta.

CG2: Saber aplicar estos conocimientos multidisciplinares a su trabajo de forma profesional, de forma que le permita elaborar y defender argumentos, así como resolver problemas relacionados con el medio ambiente.

CG4: Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito medioambiental a un público tanto especializado como no especializado.

CG5: Desarrollar habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG9: Desarrollar la capacidad de organizar, planificar y trabajar en grupo.

### 2 Competencias específicas.



CE24: Describir y aplicar los mecanismos y modelos que explican el uso del agua, la fotosíntesis y la nutrición en los vegetales.

CE70: Saber analizar, reflexionar y ejecutar proyectos de carácter multidisciplinar para solucionar problemas en el marco medioambiental.

CE72: Ser capaz de elaborar un trabajo individual de tipo técnico, científico o educativo relacionado con el medio ambiente.

CE73: Ser capaz de aplicar estrategias de gestión de recursos naturales y del territorio basadas en la sostenibilidad.

### 3 Competencias específicas. Competencias específicas optativas

CO30: Conocer los fundamentos y aplicaciones de la fitorremediación en la restauración ambiental.

CO31: Conocer los fundamentos y aplicaciones de la propagación en la conservación de flora.

## CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

### Bases y aplicación de la fitorremediación

Bases y aplicación de la fitorremediación en la recuperación y restauración de espacios degradados (suelos) y para tratamiento de aguas residuales (humedales artificiales).

Fitorremediación definición y principales procesos: Fitoextracción, Fitodegradación, Fitovolatilización, Fitoestabilización, Fitoestimulación.

Fundamentos biológicos: Papel de la rizosfera, incorporación, transporte y transformación de contaminantes en la planta.

Tipos de contaminantes y principales características químico-físicas. Contaminantes orgánicos e inorgánicos.

Ejemplos de aplicación: Cubiertas vegetales y humedales artificiales. Tipos de humedales: superficial, subsuperficial vertical y horizontal, de especies flotantes.

Aspectos normativos: Suelos contaminados.

### Bases y aplicación de la propagación

Bases y aplicación de la propagación en conservación y multiplicación de material vegetal :

Propagación con Semillas.- Tipos de semillas. Fases de la germinación. Tipos de dormancia: Causas endógenas y exógenas. Tratamientos para mejorar la germinación: Preacondicionamiento de las semillas. Escarificado. Estratificación. Recolección, Transporte y conservación de semillas silvestres. Semillas locales y tradicionales cultivadas. Producción, manejo y conservación de semillas, etiquetado.

Propagación vegetativa: Fundamentos biológicos. Propágulos naturales: Rizomas, tubérculos, raíces tuberosas, bulbos, cormos, estolones. Propágulos usados en propagación profesional. Tallos: acodos y esquejes. Esquejes de hoja. Injertos. Tipos de injertos.

Aspectos normativos material de reproducción forestal.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

### Actividades presenciales

#### Actividades expositivas

Lección magistral

#### Actividades fuera de la Universidad

Otras actividades fuera Excursiones a instituciones o fincas/viveros

#### Actividades prácticas en instalaciones específicas

Prácticas en laboratorio

Prácticas en aula informática Las prácticas se realizan en el aula TIC

Otras prácticas instalaciones específicas Prácticas de propagación en Huerto de Ciencias

## ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

### Actividades de evaluación no presenciales

#### Actividades de evaluación de la asignatura con participación alumnos

Cuestionario/encuesta

#### Actividades de evaluación del estudiante

Pruebas escritas

### Actividades de evaluación presenciales

#### Actividades de evaluación del estudiante

Examen parcial: Bloque 1

### Actividades de evaluación no presenciales

#### Actividades de evaluación de la asignatura con participación alumnos

Otras actividades no presenciales eval.asignatura

### Actividades de evaluación presenciales

#### Actividades de evaluación del estudiante



Examen final: Examen final o Bloque 2 sólo si se elimina Bloque 1

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE / CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Con los contenidos de esta materia, las prácticas y ejemplos de casos de aplicación propiciarán que los estudiantes adquirirán principalmente las competencias específicas CO30, CO31 y, de manera parcial, otras competencias generales y específicas, todas ellas detalladas en el cuadro que aparece en la ficha correspondiente. Ello se traduciría principalmente en los siguientes resultados de aprendizaje:

- Conocerán los fundamentos básicos de tipo biológico que operan en la propagación de plantas y en la fitorremediación
- Aplicarán técnicas de propagación de material vegetal tanto de material reproductivo, como vegetativo y cultivarán plantas
- Conocerán los principios básicos de la fitorremediación para fundamentar propuestas que incluyan a esta tecnología como elemento principal o complementario para paliar problemas de contaminación ambiental en suelo y agua.

Los aspectos conceptuales se evaluarán mediante pruebas objetivas y cuestiones de aplicación y las destrezas procedimentales en el contexto de las actividades prácticas y las salidas de campo.

## PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Para la primera convocatoria ordinaria será aplicable lo recogido en el artículo 3.3 de la nueva guía de evaluación aprobada el pasado 23 de julio de 2019:

¿La evaluación será continua en la primera convocatoria ordinaria, entendiéndose por tal la evaluación diversificada que se establezca en las Guías Docentes de las asignaturas. No obstante, las Guías Docentes podrán contemplar la realización de una evaluación única final a la que podrían acogerse aquellos estudiantes que no hubiesen superado la evaluación continua.¿

Las diversas actividades que serán evaluadas se refieren a

- Cuestiones, problemas y casos prácticos propuestos, realización de trabajos e informes. Hasta un 15% del total.
- Actividades prácticas en grupo reducido (seminarios, laboratorio, aula informática, etc.) Hasta un 25 % del total.
- Evaluación de contenidos teóricos: entre 55%-75% del total. Al menos se realizará una prueba de evaluación parcial correspondiente al primer bloque que se imparta. Pudiendo también realizarse pruebas de unidades temáticas de cada bloque. Si la evaluación del bloque se supera con 5 puntos sobre 10 se eliminará, no siendo necesario presentarse a esa parte en el examen final. Cada bloque pondera un 50% de los contenidos teóricos. Los alumnos que hayan superado el bloque sólo tendrán que evaluarse en el examen final del otro bloque, el resto de los dos bloques. En todo caso, habrá un examen final de los contenidos teóricos para aquellos estudiantes que no hayan podido realizar la evaluación continua o que, habiéndola realizado, no hayan superado el umbral de 5 puntos mencionado anteriormente en alguno/s de los bloques o que, simplemente, deseen mejorar su calificación en una de ellos, renunciando a su nota previa.

La pruebas de contenidos teóricos podrán contener preguntas tipo test, cuestiones de aplicación y/o problemas.

En la segunda convocatoria ordinaria se mantienen los mismos criterios de evaluación y porcentajes aplicados en la primera ordinaria. Conservándose las notas de aquellos aspectos no evaluados en el apartado de contenidos teóricos. El peso del examen de esta segunda convocatoria en la nota será el mismo que se haya aplicado a los contenidos teóricos de la primera, aplicando lo establecido en el artículo 10.2 de la nueva guía de evaluación:

"... Si el carácter específico de alguna competencia evaluada o de algún recurso evaluador utilizado durante el proceso de la evaluación continua en la primera convocatoria ordinaria, impidiera repetir el procedimiento evaluador en la citada convocatoria, se podrán tener en cuenta las calificaciones ya obtenidas en esos casos, ponderándolas debidamente para la segunda convocatoria ordinaria, de forma que en ningún caso se impida que los estudiantes puedan alcanzar el aprobado."

En la convocatoria extraordinaria, caso de ser solicitada, se planteará un ejercicio de evaluación cuya superación refleje que se han alcanzado los objetivos mínimos en las principales competencias procedimentales y de conocimientos (teóricas y prácticas) que se trabajan y evalúan durante el transcurso normal del curso.

Los alumnos con consideración de estudiantes a tiempo parcial han de cumplir con los requisitos arriba especificados para superar la asignatura. En caso de dificultad para la realización de alguna actividad presencial obligatoria u otra actividad evaluable, se le facilitará la realización de la misma en otro momento mediante acuerdo concreto y específico con el coordinador de la asignatura, siempre que sea posible. De no serlo, se propondrá tarea alternativa con carga de trabajo similar, en la medida de lo posible.

## BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

### Básica

- Biochemical mechanism of Detoxification in higher plants (Basis of Phytoremediation). Springer. Kvesitadze G, Khatishashvili G, Sadunishvili T, Ramsden JJ. (2006)
- Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas. Junta de Andalucía Tomos I y II (2001)
- Phytoremediation, Management of Environmental Contaminants. 5 Volúmenes. Editores: AA Ansari, SS Gill, R Gill, G Lanza, L Newman (2015). Springer Verlag. Disponible on line Biblioteca
- Phytoremediation. Elizabeth Pilon-Smits. Annual Rev. Plant. Biol..56:15-39 (2005)
- Plant Propagation (Concepts and Laboratory Exercises). CRC Press. Beyl CA, Trigiano RN.(2008)
- Plant propagation. Principles and Practices. Prentice Hall, 9ª Edición . HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES, F.T. GENEVE, R.L. (2018)
- Remediation Manual for Contaminated sites, CRC Press, Russell DL (2012)
- Seed development, dormancy and germination. Blackwell. Annual Plant Reviews, 27. Bradford K, Nonogaki K. (2007).

### Complementaria

- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals: concepts and applications. Chemosphere, 91(7), 869-881. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653513001914?casa\\_token=duhGbTz2zTAAAAA:xaI3ThVzOei1bVltXGfK\\_2VU1HE8WL](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653513001914?casa_token=duhGbTz2zTAAAAA:xaI3ThVzOei1bVltXGfK_2VU1HE8WL)
- GUÍA PRÁCTICA para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Confederación Hidrográfica del Duero. Disponible en: <http://idiaqua.eu/web/wp-content/uploads/2018/07/guia practica-depuracion-aguas-chd.pdf> Consultado 29/06/2020
- Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales. CENTA. Disponible en: [file:///C:/Users/Manguel/Downloads/CENTA\\_Humedales.pdf](file:///C:/Users/Manguel/Downloads/CENTA_Humedales.pdf) Consultado 29/06/2020
- Newman, Lee A., and Charles M. Reynolds. "Phytodegradation of organic compounds." Current opinion in Biotechnology 15.3 (2004): 225-230. Disponible en [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166904000588?casa\\_token=hL3hkh8nPOgAAAAA:z2a3KV9g7xZBbbftjZZ0gT1NXy6VVLi](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166904000588?casa_token=hL3hkh8nPOgAAAAA:z2a3KV9g7xZBbbftjZZ0gT1NXy6VVLi)
- Sauces para energía y fitorremediación en Suecia. I. Dimitriou y P. Aronsson Disponible en: <http://www.fao.org/3/a0026s/a0026s12.pdf> Consultado 29/06/2020

**DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE****ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL**

Descripción	Horas	Grupo grande	Grupos reducidos
Lección magistral	38	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prácticas en aula informática Las prácticas se realizan en el aula TIC	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras actividades fuera Excursiones a instituciones o fincas/viveros	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras prácticas instalaciones específicas Prácticas de propagación en Huerto de Ciencias	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas en laboratorio	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL</b>	<b>60</b>		

**ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL**

Descripción	Horas
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL</b>	<b>75</b>
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE</b>	<b>150</b>

**ADAPTACIÓN A MODO VIRTUAL POR COVID19****ACTIVIDADES FORMATIVAS**

## Parte teórica:

En el curso 19-20 la asignatura se impartió desde el inicio del confinamiento en modo no presencial, sin perder una sola clase, por vía telemática usando el horario reservado para las clases presenciales, por lo que estamos familiarizados con la situación. En cualquiera de los tres escenarios previstos, en las clases de teoría se desarrollará la explicación del temario, pero también se comentarán dudas sobre porciones de los contenidos grabados en vídeo de propia producción o disponibles en la web que se solicite a los alumnos que previsualicen, también se podrán resolver cuestiones de aplicación y problemas. Esta metodología de clase es aplicable en los tres escenarios.

En el caso del escenario bimodal A, las clases de teoría se impartirán de manera presencial sólo a aquellos estudiantes que puedan asistir a las aulas, en función del aforo que se establezca por el Centro. El resto de estudiantes podrán seguir las clases de manera sincrónica por videoconferencia, empleándose los medios que para tal fin ponga a disposición la Universidad. De no existir esta posibilidad de retransmisión sincrónica creo que sería mejor usar el escenario B directamente para todos los alumnos. Al ser una optativa de 20-25 estudiantes es posible que haya capacidad para todos en algún aula manteniendo las distancias y medidas de seguridad pertinentes.

## Actividades Formativas Prácticas:

La asignatura en su versión 100% presencial ya contaba con una práctica que los alumnos realizaban en sus domicilios usando una cámara de germinación que fotografía el proceso y permite obtener curvas de germinación que luego se procesan y analizan con la ayuda de un programa de análisis de imagen. Esta práctica se mantendrá en cualquiera de los tres escenarios, sustituyendo la clase presencial en el aula de informática sobre procesamiento de imagen y datos por una con el uso de PC virtuales, si ello es posible con los medios provistos por la UMA. Esto sería para los escenarios A y B.

La planificación presencial incluye también una excursión larga. En el escenario bimodal tipo A es posible que esta excursión se pueda realizar en un autobús de 50 personas yendo menos de 25 y con mascarillas. La optativa se mueve entre los 20 y 25 estudiante por curso. Si esto no fuera posible, para el escenario A se pasará a una visita a la parcela de los antiguos terrenos de Repsol ubicada al oeste de la avenida Juan XXIII en la ciudad de Málaga y se desarrollará un estudio de caso sobre los problemas de contaminación y normativos que afectan a la mencionada parcela.

En el escenario B, esta visita en grupo no sería posible, pero sí sería posible realizar un estudio del caso y se les proveería a los alumnos de información sobre la parcela mediante una sesión telemática y/o el visionado de vídeos de producción propia o disponibles en la red sobre charlas referidas al tema y a partir de ahí se estudiaría el caso.

El resto de prácticas corresponden a una sesión de tres horas en laboratorio sobre germinación de semillas y a tres sesiones en el huerto de ciencias. En la práctica de laboratorio se explica también como proceder con la cámara de germinación previamente mencionada.

En el caso del escenario A entiendo que será posible hacerlo al menos en dos grupos. En el caso del escenario B se explicará mediante sesión telemática.

Además, están las 3 sesiones mencionadas en el huerto de Facultad de Ciencias sobre propagación de semillas y de estructuras vegetativas. La superficie del huerto es de unos 250 m<sup>2</sup> y está a cielo abierto por lo que entiendo que 20 personas podrían coincidir si se añade más superficie de mesas de trabajo para algunas prácticas, como la de injertos. Si no es posible o no se autoriza, se disminuiría el número de prácticas a la mitad o un tercio, en función del aforo autorizado, y se propondría tarea de tipo problema con datos experimentales para completar las horas.

En el escenario B, además de este problema se completaría las horas de prácticas con el estudio de un caso de recuperación de semillas locales en nuestro país.

**PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN**

## Evaluación:

En teoría, en el caso de la modalidad A se realizará una evaluación por bloques, similar a la descrita en el procedimiento general presencial. En



este escenario A, si todos los alumnos no pueden estar en el mismo aula para la evaluación presencial, entonces todos realizarán la prueba a distancia con las herramientas disponibles en Campus Virtual u otras que haga disponible la Universidad de Málaga. La superación con un 5 o más permitirá no presentarse en el examen final a la parte de teoría superada. El segundo bloque se evaluará en la fecha estipulada para el examen final.

En el caso del escenario B, todo pasará a virtual y la evaluación no es una excepción. En este escenario se procedería a realizar más pruebas de evaluación continua por unidades temáticas más pequeñas que el bloque que serán eliminatorias en el caso de ser aprobadas con un 5 sobre 10. Si a resultados de las pruebas de evaluación continua no se supera uno de los dos bloques o ninguno de los dos, entendemos que la normativa aplicable ampara la realización de un examen final con todos los contenidos teóricos que sería similar a una convocatoria ordinaria de junio. En general, las pruebas de evaluación contarán con preguntas tipo test de opción múltiple (con una sola respuesta verdadera) y algunas cuestiones de aplicación. Para limitar falseamiento durante su ejecución, el tiempo se limitará al estrictamente necesario; las preguntas y respuestas serán aleatorias; las preguntas del examen aparecerán sucesivamente, de una en una. Se notificarán las fechas de evaluación en la sala de grado, si está disponible, para evitar sobrecargas e interferencias con otras actividades de otras asignaturas o en otro medio que se haga disponible, al igual que se ha hecho este pasado curso durante el confinamiento.

Además, en los dos escenarios, A y B, se mantienen con respecto a la evaluación presencial:

El peso de la evaluación continua relacionada con la resolución de problemas y cuestiones propuestas

El peso de la evaluación de las prácticas previsto inicialmente en la guía también se mantiene. Se evaluarán tareas alternativas, informes y procesamiento de datos.

## CONTENIDOS

Los contenidos teóricos en el escenario A y B serán los mismos que los planteados en el escenario totalmente presencial. Más detalles sobre los contenidos teóricos se pueden consultar en la sección de actividades formativas de la asignatura.

Los contenidos prácticos se ajustarán en función de las distintas contingencias que surjan en cada uno de los dos escenarios alternativos. Las competencias prácticas adquiridas en los escenarios A y B se verán más o menos afectadas con respecto al escenario totalmente presencial, pero se trabajarán otras competencias prácticas útiles para el ejercicio profesional de un profesional ambientólogo. Los detalles sobre los escenarios de contingencia para las dos modalidades se pueden consultar en la sección de actividades formativas donde están especificados.

## TUTORÍAS

Incluso en el caso de docencia presencial solemos incluir tutorías no presenciales, cuestión que, por tanto, ya está contemplada. En lo que se refiere a las competencias no presenciales:

Las tutorías se realizarán, en caso necesario, por varias vías: foros (grupales), correo electrónico (individuales), video conferencia con la misma aplicación Google Meet (grupal o individual). Además, durante las propias clases se dedicará algo de tiempo para tutoría grupal usando Google Meet, por ejemplo, para comentar con ellos posibles contingencias que surjan y otros detalles que puedan afectar al grupo completo. Para casos imprescindibles y urgentes se usaría el teléfono.