

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTR E	CRÉDITOS	TIPO
BIOLOGÍA DE LOS ORGANISMOS	FISIOLOGÍA VEGETAL APLICADA	4º	2ª	6	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
Grupo A: Vanessa M. Martos Núñez (vane@ugr.es) Grupo B: Dolores Garrido (dgarrido@ugr.es)			Dpto. Fisiología vegetal. Facultad de Ciencias. Avda. Fuente nueva s/n. 18071.Granada. Universidad de Granada.		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Grupo A: Lunes: 9-12h, martes: 9-10, 11-13h Grupo B: Lunes: 16-18h martes-miércoles: 9-11h		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en BIOLOGÍA					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
<ul style="list-style-type: none"> Haber cursado y superado la materia de Fisiología Vegetal 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS					
<ul style="list-style-type: none"> - Optimización de cultivos - Los nutrientes minerales en las plantas. - El sistema suelo/planta: Importancia de la rizosfera en la nutrición mineral. - Estreses bióticos y abióticos. - Mecanismos de defensa. - Adaptaciones fisiológicas de las plantas - Técnicas de mejora de la producción vegetal - Biotecnología vegetal - Fitorremediación: introducción, elementos traza y contaminantes orgánicos 					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					

Generales/Transversales

CT1. Capacidad de organización y planificación
CT2. Trabajo en equipo
CT3. Aplicar los conocimientos a la resolución de problemas
CT4. Capacidad de análisis y síntesis
CT5. Conocimiento de una lengua extranjera
CT7. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio,
CT8. Aprendizaje autónomo para el desarrollo continuo profesional
CT9. Comunicación oral y escrita en la lengua materna
CT12. Sensibilidad por temas de índole social y medioambiental
CT18. Trabajo en equipo interdisciplinar

Específicas

CE 9. Identificar y utilizar bioindicadores
CE 11. Aislar, analizar e identificar biomoléculas
CE 12. Evaluar actividades metabólicas
CE 13. Realizar diagnósticos biológicos
CE 19. Llevar a cabo estudios de producción y mejora animal y vegetal
CE 21. Realizar pruebas funcionales, determinar parámetros vitales e interpretarlos, en plantas
CE 22. Diseñar y aplicar procesos biotecnológicos
CE 23. Realizar bioensayos
CE 27. Diagnosticar y solucionar problemas ambientales
CE 32. Evaluar el impacto ambiental
CE 33. Obtener información, diseñar experimentos e interpretar los resultados
CE 55. Vías metabólicas
CE 56. Señalización celular
CE 57. Bioenergética
CE 60. Estructura y función de la célula eucariota
CE 61. Estructura y función de los tejidos, órganos y sistemas animales y vegetales
CE 65. Regulación e integración de las funciones vegetales
CE 68. Adaptaciones funcionales al medio

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Hacer entender a los alumnos los principios básicos de la nutrición mineral y fitorremediación en plantas y su influencia sobre la producción y calidad de los productos agrícolas.
- Conocimiento de los procesos básicos del funcionamiento y de los mecanismos de adaptación de los vegetales a su ambiente.
- Aprendizaje de las bases del cultivo in vitro de los vegetales y de las técnicas de transformación genética y su aplicación a la mejora y productividad de los vegetales.
- Transmitir al alumno la importancia la Patología Vegetal y de los diferentes métodos de diagnóstico de enfermedades en plantas.

El alumno será capaz de:

- Aplicar los conocimientos básicos de Fisiología Vegetal a problemas y situaciones reales en relación con la



nutrición mineral y su influencia sobre la producción y calidad de los productos agrícolas.

- Aplicar los conocimientos básicos de los mecanismos de adaptación de los vegetales a situaciones reales de condiciones desfavorables, y su posible utilización en fitorremediación.
- Técnicas básicas de cultivo *in vitro* de vegetales y su aplicación a la mejora y productividad de los vegetales.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

TEMA 1. FERTIRRIGACIÓN Y MODELOS AGRÍCOLAS.

Antecedentes históricos. Métodos de los cultivos hidropónicos. Técnicas para la obtención y control de una solución nutritiva. Clases de sustratos y su utilidad. Ventajas e inconvenientes de los cultivos hidropónicos. Fitotron. Cámaras de cultivo. Cámaras de germinación. Invernaderos y su control climático

TEMA 2. IONÓMICA VEGETAL.

Introducción. Definición de ionómica vegetal. Concepto de esencialidad. Clasificación de los iones en plantas. Fisiología de los macronutrientes esenciales en plantas: absorción, transporte y funciones fisiológicas. Fisiología de los micronutrientes esenciales en plantas: absorción, transporte y funciones fisiológicas. Elementos beneficiosos en la agricultura: Definición y enumeración de elemento beneficioso. Pruebas a favor y funciones en las plantas

TEMA 3. DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE LAS PLANTAS.

Relación entre crecimiento y estado nutricional. Análisis de la planta e interpretación de los resultados: rango óptimo de nutrientes. Síntomas de deficiencia y toxicidad de nutrientes en plantas. Fertilización iónica, calidad y producción de los cultivos

TEMA 4. FITORREMEDIACIÓN DE IONES.

Principios básicos y definición de la Fitorremediación. Tecnologías de la Fitorremediación. Selección de las plantas para su utilización en las fitotecnologías. Ventajas y desventajas de la Fitorremediación. Fitoextracción de los elementos traza. Tipos de fitoextracción. Fitoextracción continua: plantas hiperacumuladoras y mecanismos biológicos de la hiperacumulación de elementos traza. Tolerancia e hiperacumulación. Fitoextracción inducida

TEMA 5.- ECOFISIOLOGÍA VEGETAL I.

Fisiología del estrés. Estrés oxidativo en plantas. Ecofisiología de la fotosíntesis. Estrés de radiación visible y ultravioleta. El balance hídrico de las plantas. Efectos del estrés hídrico. Resistencia a la sequía y a la salinidad.

TEMA 6.- ECOFISIOLOGÍA VEGETAL II.

Efectos de la temperatura sobre los procesos fisiológicos de los vegetales. Estrés provocado por bajas y altas temperaturas. Cambio climático global. Ritmos climáticos y ritmos de vegetación. Utilidad de los marcadores moleculares para la detección de caracteres de adaptación a factores desfavorables del ambiente.

TEMA 7.- CULTIVO *IN VITRO*.

Organización y técnicas de cultivo de células y tejidos. Micropropagación. Obtención de plantas libres de enfermedades. Rescate de embriones. Producción de individuos haploides. Protoplastos vegetales.

TEMA 8.- OBTENCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS.

Tipos de modificaciones génicas. Transferencia de genes mediada por *Agrobacterium*. Métodos de transformación directa. Aplicaciones de la ingeniería genética a la mejora vegetal. Implicaciones sociales y medioambientales de la Biotecnología Vegetal.



TEMA 9.- FUNDAMENTOS DE PATOLOGÍA VEGETAL.

Concepto de Patología Vegetal, de enfermedad y de epidemia. Patógenos causantes de enfermedades en plantas. Sintomatología y diagnóstico.

TEMA 10.- DEFENSA DE LAS PLANTAS FRENTE A LOS PATÓGENOS.

Defensas estructural, metabólica, preexistente e inducida. Hipersensibilidad. Resistencia local inducida. Resistencia sistémica adquirida. Resistencia sistémica inducida. Resistencia mediada por genes de resistencia. Resistencia en plantas transgénicas.

TEMA 11.- PRINCIPIOS DE LUCHA CONTRA LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS.

Reglas generales de lucha contra las enfermedades de las plantas. Métodos de control de los cultivos frente a los patógenos. Aspectos a tener en cuenta en la protección de los cultivos.

TEMARIO PRÁCTICO:

SEMINARIOS/TALLERES

Ejemplos de posibles seminarios a impartir en función del interés y la disponibilidad

- Técnicas de medida en Ecofisiología Vegetal.
- Producción vegetal y mejora
- Silenciamiento génico mediado por virus
- Distintas técnicas de transformación vegetal
- Nutrición vegetal: métodos para reducir el uso de fertilizantes

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Práctica de ecofisiología (medidas de estrés, fotosíntesis, medida del punto de Compensación para el CO₂, etc)

Práctica 2. Fitopatología o fitorremediación (en función del material disponible)

Práctica 3. Biotecnología vegetal (polen, cultivos, obtención de protoplastos, hormonas, etc)

PRÁCTICAS DE CAMPO

Visitas a comercializadoras y empresas relacionadas con los cultivos de invernadero y mejora vegetal de la costa de Granada, Málaga y Almería (dependiendo de la disponibilidad, la empresa puede variar en cada curso académico)

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Agrios, G.N. 2009. Fitopatología. 5ª ed. UTEHA-Noriega, México
- Chawla, H.S. 2009. Introduction to Plant Biotechnology. 3rd ed., Science Publishers, Enfield.
- Christou P., Klee H. (eds.). 2004. Handbook of Plant Biotechnology. 2 vols. John Wiley & Sons, Chichester, England.
- Cooke, B.M, Gareth Jones, D, Kaye, B 2006. The epidemiology of plant diseases. (2ºed.). Springer.
- De Kok LJ, Stulen I, Rennenberg C, Brunold C, Rauser WE 1993. Sulfur Nutrition and Assimilation in Higher



- Plants. Regulatory, Agricultural and Environmental Aspects. SPB Academic Publishers, La Haya.
- Dris R, Abdelaziz FH, Jain M 2002. Plant nutrition, growth and diagnosis. Science Pub.
 - Dyakov, YuT, Dzhavakhiya, VG, Korpela, K 2007. Comprehensive and Molecular Phytopathology. Elsevier. Amsterdam.
 - Epstein E, Bloom AJ 2005. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Editorial Sinauer Associates, Inc. Publishers.
 - Gissel-Nielsen G, Jensen A 1999. Plant Nutrition – Molecular Biology and Genetics. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.
 - Huang, B. 2006. Plant-Environment Interactions. CRC Press, Boca Raton, Florida, 386 p.
 - Lambers H., Stuart Chapin F., Pons Th L. 2008. Plant physiological ecology. Springer, New York, 540 p. 2nd edition.
 - Larcher W. 2002. Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and stress Physiology of Functional Groups. 4th ed. Springer Verlag, Berlin, 450 pp.
 - Marschner H 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2^a Ed. Academic Press, Londres.
 - Mengel K, Kirkby EA 2001. Principles of plant nutrition. Kluwer Ac. Pub.
 - Pinton R, Varanini Z, Nannipieri P 2000. The rizosphere. Marcel Dekker Inc., NY.
 - Reigosa, M.J., Pedrol, N., Sánchez, A. 2004. La Ecofisiología vegetal. Una ciencia de síntesis. Thomson, Madrid, 1193 p.
 - Rengel Z 1999. Mineral Nutrition of Crops. The Haworth Press, New York.
 - Slater, A., Scott, N., Fowler, M. 2007. Plant Biotechnology. The Genetic Manipulation of Plants. Oxford University Press, Oxford
 - Walters, D., Newton, A., Lyon, G. 2007 Induced Resistance for Plant Defence. Blackwell Pub. Oxford, UK.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Cobbett CH, Goldsbrough P 2002. Phytochelatins and metallothioneins: roles in heavy metal detoxification and homeostasis. Annual Review of Plant Biology 53: 159-182.
- Dutta Gupta, S.; Ibaraki, Yasuomi (Eds.). 2007. Plant tissue culture engineering, Springer Verlag, Berlin-New York.
- Garbisu C, Alkorta I 2001. Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. Bioresource Technology 77: 229-236.
- Hänsch R, Mendel RR 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). Current Opinion in Plant Biology 12: 259-266
- Kirakosyan, A.; Kaufman, P. B. 2009. Recent Advances in Plant Biotechnology, Springer, New York.
- Martos, V., Garcia del Moral, L.F. 2004. Prácticas de Biotecnología Vegetal, Universidad de Granada.
- Maathuis FJM 2009. Physiological functions of mineral macronutrients. Current Opinion in Plant Biology 12: 250-258
- McGrath SP, Zhao FJ, Lombi E 2002. Phytoremediation of metals, metalloids and radionuclides. Advances in Agronomy 75: 1-56.
- Percy, R.W., Ehleringer, J.R., Mooney, H., Rundel, P.W. (eds.). 2007. Plant Physiological Ecology: Field methods and instrumentation. Springer, New York, Berlin.
- Pilon-Smits EAH, Quinn C, Tapken W, Malagoli M, Schiavon M 2009. Physiological functions of beneficial elements. Current Opinion in Plant Biology 12: 267-274
- Pugnaire F.I, Valladares F. (eds.). 2007. Functional plant ecology. CRC Press, Boca Raton, 920 p.
- Salt DE, Baxter I, Lahner B 2008. Ionomics and the study of the plant ionome. Annual Review of Plant Biology 59: 709-733
- Trigiano, RN, Windham, MT, Windham, AS 2007. Plant Pathology. Concepts and Laboratory Exercises. 2^o ed.



CRC Press, Boca Raton.

- Watanabe T, Broadley MR, Jansen S, White PJ, Takada J, Satake K, Takamatsu T, Tuah SJ, Osaki M 2007. Evolutionary control of leaf element composition in plants. *New Phytologist* 174: 516-523
- Zhao F-J, McGrath SP 2009. Biofortification and phytoremediation. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 373-380

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

La práctica docente seguirá una metodología mixta, que combinará teoría y práctica, para lograr un aprendizaje basado en la adquisición de competencias y que sea cooperativo y colaborativo. Las actividades formativas comprenderán:

- **Las clases teóricas.** (1.48 ECTS/37 horas): Fundamentalmente se sigue el modelo mixto de clase magistral y diálogo con los alumnos, utilizando medios técnicos auxiliares como presentaciones con proyector de video y comentario/discusión simultánea o posterior.

- **Las sesiones de seminarios.** (0.2 ECTS/5 horas): Se recomienda a los alumnos la elaboración de un tema relacionado con el contenido del curso, a elegir de entre una lista sugerida, con una extensión limitada y la utilización de los medios bibliográficos e infográficos a su alcance. Posteriormente el alumno expone el tema, durante 40 minutos, ante sus compañeros y profesores, con posterior discusión del mismo, todo en una sesión de una hora. Además, el alumno debe de resolver por escrito cuestiones y/o problemas de los temas explicados.

- **Las sesiones de laboratorio y campo.** (0.6 ECTS/15 horas): Se realizarán cinco prácticas de laboratorio, que comenzarán con una introducción sobre el fundamento teórico del experimento a realizar y su relación con los temas de teoría, así como la metodología a seguir, material biológico e instrumentación científica utilizada. Se incidirá en aspectos de seguridad en laboratorio, utilización adecuada de instrumental y reactivos, y reciclado de desechos. El alumno resolverá al final una serie de cuestiones/problemas relacionados con la práctica realizada. Además, se realizará al menos una visita a centros experimentales e invernaderos de la costa de Granada y/o Almería.

- **Las tutorías dirigidas:** Cada alumno tendrá tutorías personalizadas sobre el enfoque y planteamiento de sus trabajos, así como consulta de dudas, revisión de exámenes, problemas, pruebas, etc.

- **Examen** (0.12 ECTS/3 horas): Se ha previsto un examen final de una duración de tres horas,

PROGRAMA DE ACTIVIDADES:

El programa de actividades puede ser consultado en la web del Grado de Biología.

<http://grados.ugr.es/biologia/pages/infoacademica/horarios>

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Según la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada (modificada en Consejo de Gobierno el 26 de octubre de 2016) la evaluación será preferentemente continua, entendiéndose por tal la evaluación diversificada que se establezca en las Guías Docentes de las asignaturas. No obstante, las Guías Docentes contemplarán la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa



debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua” (art. 6, 2).

1. Evaluación continua.

La valoración del nivel de adquisición por parte de los estudiantes de las competencias generales y específicas se llevará a cabo de manera continua a lo largo de todo el periodo académico mediante los siguientes procedimientos:

- **Exámenes teóricos de conocimientos.** Se realizarán exámenes a lo largo del curso así como un examen final.
- Resultados obtenidos durante la realización de las **clases prácticas en laboratorio.**
- **Realización de trabajos tutelados y su defensa.**
- **Asistencia, actitud y participación en actividades formativas presenciales.** Se realizarán pruebas breves de clase, de tipos variados, que reflejarán la asistencia y aprovechamiento y la comprensión de los contenidos.

Para aprobar la asignatura, el estudiante deberá obtener como mínimo 5 puntos de un máximo de 10 en la nota final. El sistema de evaluación valorará los siguientes aspectos:

- a) Evaluación de los **conocimientos teóricos** adquiridos, mediante un **examen final global** que se aprobará con un mínimo del 50% de la nota, siendo imprescindible aprobarlo para superar la asignatura. **Se le asigna un 60 % de la nota final.**
- b) Evaluación de las actividades **prácticas de laboratorio**, mediante un **examen final de prácticas** que se aprobará con un mínimo del 50% de la nota, siendo imprescindible aprobarlo para superar las prácticas y la asignatura. **Se le asigna un 15 % de la nota final.**
- c) Evaluación del **trabajo en clase**, mediante pruebas breves, problemas, seminarios, lectura de publicaciones científicas, etc. Se le asigna un **25 % de la nota final.**

2. Evaluación extraordinaria.

Según el art. 19 de la normativa de evaluación y calificación, los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. En esta convocatoria se realizará un examen de todos los contenidos teóricos, no guardando por tanto la calificación de los parciales. En caso de haber superado los exámenes de teoría en la convocatoria ordinaria y haber suspendido las prácticas, se guardará la calificación de teoría para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico. El mismo procedimiento se aplicará en el caso contrario (teoría suspensa y prácticas aprobadas) para la calificación de prácticas. En cualquier caso y para garantizar, como indica el citado artículo 19, la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final, se permitirá a estos alumnos repetir el examen teórico o práctico ya aprobado en la convocatoria ordinaria. En esta evaluación extraordinaria el examen de contenidos teóricos supondrá el 85% de la calificación final y la nota de prácticas el 15% restante."

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

De acuerdo con el artículo 8 de la citada normativa: "Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, lo solicitará al Director del Departamento, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua". La solicitud se puede presentar electrónicamente en el siguiente enlace:

<https://sede.ugr.es/sede/catalogo-de-procedimientos/solicitud-evaluacion-unica-final.html>

La evaluación única final constará de un examen escrito de los contenidos del programa teórico de la asignatura, y un examen de los contenidos del programa de prácticas, que podrá incluir preguntas de desarrollo o de opción múltiple, problemas numéricos, así como la realización experimental de alguna práctica de laboratorio.

Para aprobar la asignatura es imprescindible aprobar el examen de contenidos teóricos obteniendo como mínimo una puntuación de 5 sobre 10. Así mismo es imprescindible aprobar el examen de prácticas obteniendo como mínimo una



puntuación de 5 sobre 10.

La nota final de la asignatura se obtendrá de la nota de teoría, que supondrá hasta el 85% de la nota final, y de la nota de prácticas que supondrá hasta el 15% de la nota final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

