

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|
| BIOLOGÍA | Fisiología Vegetal | 2º | 2º | 6 | Obligatoria |
| PROFESOR(ES) | | | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.) | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Isabel María Sánchez Calle (Grupo A) Francisco Liger Liger (Grupo B) Juan Manuel Caba Barrientos (Grupo C) Noel Amaury Tejera García (Grupo D) Amada Pulido Regadera (Grupos E y F) | | | Dpto. Fisiología Vegetal, -1ª planta, Facultad de Farmacia. Despachos nº 10, 12, 13 y 14. Correo electrónico: imsacalle@ugr.es , fligero@ugr.es , jcaba@ugr.es , natejera@ugr.es , y amadapulido@ugr.es | | |
| | | | HORARIO DE TUTORÍAS | | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Profesora Isabel M. Sánchez Calle: martes y jueves de 10,30 a 13,30 h (1º cuatrimestre); martes, jueves y viernes de 11:30 a 13:30 h (2º cuatrimestre) Profesor Francisco Liger Liger: lunes, martes y jueves de 10:30 a 12:30 h (1º cuatrimestre); martes, jueves y viernes de 11:30 a 13:30 h (2º cuatrimestre) Profesor Juan Manuel Caba Barrientos: martes, jueves y viernes de 10:30 a 12,30 h. Profesor Noel A. Tejera García: martes y jueves de 09:30 a 12:30 h. Profesora Amada Pulido Regadera: martes y jueves de 11:00 a 14:00 horas. | | |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE | | | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR | | |
| Grado en Farmacia | | | CIENCIAS AMBIENTALES | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede) | | | | | |
| Se recomienda tener cursadas las asignaturas Bioquímica Estructural, Bioquímica Metabólica y Botánica Farmacéutica y poder traducir un artículo en inglés. | | | | | |



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Fundamentos de Fisiología de las plantas: El agua en las plantas. Fotosíntesis. Nutrición mineral. Desarrollo vegetal. Control hormonal del desarrollo. Metabolismo secundario, rutas biosintéticas. Biotecnología Vegetal.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

- **Competencias genéricas:** Saber aplicar el método científico y adquirir habilidades en el manejo de las fuentes de información, bibliografía, elaboración de protocolos y demás aspectos que se consideran necesarios para el diseño y evaluación crítica de ensayos preclínicos y clínicos (CG3).
- **Competencias específicas:** Conocer las estructuras de las biomoléculas y sus transformaciones en la célula vegetal (CEM3.1).
- Desarrollar habilidades para identificar dianas terapéuticas y de producción biotecnológica de fármacos, así como de uso de la terapia génica (CEM3.5).
- Conocer las plantas medicinales: diversidad botánica, fisiología, uso y gestión (CEM3.10).
- **Resultados del aprendizaje:** Conocer y utilizar la terminología básica de Fisiología Vegetal y Biotecnología Vegetal. (RA1).
- Ser capaz de explicar los principales procesos fisiológicos y comprender las bases del metabolismo vegetal. (RA2).
- Identificar los procesos que están implicados en la producción de metabolitos secundarios. (RA3).
- Tener capacidad para la búsqueda, análisis y presentación de información relativa a la fisiología de las plantas de manera autónoma. (RA4).

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer las estructuras y compartimentos fundamentales de la célula vegetal.
- Conocer las diferencias básicas entre células animales y vegetales.
- Buscar y manejar información bibliográfica en Fisiología Vegetal.
- Diferenciar claramente la nutrición vegetal de la animal.
- Entender el hecho de que la vida en la Tierra depende de la fotosíntesis.
- Aprender que las plantas medicinales se pueden cultivar en campo o bien bajo condiciones controladas.
- Conocer las necesidades nutricionales de las plantas.
- Conocer las deficiencias minerales.
- Relacionar la fotosíntesis con la formación de todos los compuestos primarios y secundarios.
- Conocer los procesos fundamentales del desarrollo vegetal y los factores internos y externos que regulan dichos procesos.
- Entender el concepto de regulador del crecimiento vegetal y cómo actúan estas sustancias para provocar respuestas fisiológicas.
- Entender el papel de estos reguladores en la morfogénesis "in vitro" de células, tejidos y órganos vegetales.
- Diferenciar los productos primarios de los secundarios a nivel estructural, funcional y de distribución.
- Conocer el papel de los productos secundarios para la supervivencia de las plantas.
- Conocer la diversidad y complejidad de estos productos y sus rutas metabólicas.
- Conocer las principales técnicas de cultivo "in vitro" de células y tejidos vegetales.
- Conocer los métodos más utilizados para la bioproducción de metabolitos secundarios de origen Vegetal.



- Conocer las principales técnicas de manipulación genética de organismos vegetales.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

BLOQUE I: INTRODUCCIÓN

- **Tema 1. Introducción a la Fisiología Vegetal:** Presentación de la asignatura. Objetivos. Concepto de Fisiología Vegetal. Características generales de las células vegetales.

BLOQUE II: METABOLISMO PRIMARIO

- **Tema 2. El agua en las Plantas: Potencial Hídrico:** Concepto de potencial hídrico. Componentes del potencial hídrico. Relaciones hídricas en células y tejidos.
- **Tema 3. Absorción y Transporte de Agua a través de la Planta:** Ruta apoplástica, simplástica y transmembrana. Funcionamiento osmométrico de la raíz: presión radical. Ascenso del agua y nutrientes a través del xilema.
- **Tema 4. Pérdida de Agua por la Planta: Transpiración:** Concepto y magnitud de la transpiración. Estomas: estructura y mecanismo de apertura y cierre. Respuesta estomática a factores ambientales. Funciones de la transpiración.
- **Tema 5. Nutrición Mineral:** Nutrientes esenciales: macronutrientes y micronutrientes. Funciones de los nutrientes minerales. Soluciones nutritivas y cultivos hidropónicos.
- **Tema 6. Transporte de Nutrientes Minerales a nivel de Membrana:** El plasmalema como barrera de permeabilidad. Energética de la absorción: potencial de membrana. Transporte activo y pasivo. Proteínas de transporte: bombas, transportadores y canales.
- **Tema 7. Aspectos Generales de la Fotosíntesis:** Concepto y significado. Cloroplastos: morfología y estructura. Ecuación general de la fotosíntesis. Absorción de luz: pigmentos fotosintéticos.
- **Tema 8. Formación Fotoquímica del Potencial de Reducción:** Fotosistemas: estructura y funcionamiento. Oxidación del agua: fotosistema II. Transporte electrónico entre fotosistemas: citocromo b_6/f . Generación del poder reductor: fotosistema I.
- **Tema 9. Fotofosforilación:** Concepto y diferencias con la fosforilación oxidativa. Acoplamiento entre síntesis de ATP y transporte de electrones. ATP sintetasa cloroplastial: estructura y funcionamiento.
- **Tema 10. Ciclo Fotosintético de Reducción del Carbono:** Etapas del ciclo de Calvin: carboxilación, reducción y regeneración. Regulación de la ruta. Transferencia de poder energético y reductor. Síntesis de sacarosa y almidón. Fotorrespiración: mecanismo y significado fisiológico.
- **Tema 11. Otras Vías de Fijación de CO₂:** Características de las plantas C4. Mecanismos de fijación y asimilación de CO₂: tipos de plantas C4. Fijación y asimilación de CO₂ en plantas CAM. Regulación y ventajas de las rutas C4 y CAM.
- **Tema 12. Metabolismo del Nitrógeno y del Azufre:** Asimilación de nitrógeno: absorción de nitrato, reducción y asimilación de amonio. Asimilación de azufre: absorción de sulfato, reducción y asimilación de sulfuro. Fijación biológica del nitrógeno atmosférico.
- **Tema 13. Transporte de Fotoasimilados a través del Floema:** Anatomía y características funcionales del floema. Composición de la savia floemática y dirección del transporte. Carga y descarga del floema. Mecanismo de transporte de solutos.

BLOQUE III: CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETAL

- **Tema 14. Morfogénesis Vegetal:** Pared celular. Concepto de desarrollo. Crecimiento vegetal. Diferenciación celular.
- **Tema 15. Hormonas Vegetales. Auxinas:** Concepto de Fitohormona. Auxinas: Introducción: estructura y metabolismo. Efectos fisiológicos. Mecanismo de acción.
- **Tema 16. Giberelinas:** Introducción: estructura y metabolismo. Efectos fisiológicos. Mecanismo de



acción.

- **Tema 17. Citoquininas:** Introducción: estructura y metabolismo. Efectos fisiológicos. Mecanismo de acción.
- **Tema 18. Etileno:** Introducción: estructura y metabolismo. Efectos fisiológicos. Mecanismo de acción.
- **Tema 19. Ácido Abscísico y otros Reguladores:** Ácido abscísico: Introducción: estructura y metabolismo. Efectos fisiológicos. Mecanismo de acción. Otros reguladores del crecimiento y desarrollo vegetal.

BLOQUE IV: METABOLISMO SECUNDARIO

- **Tema 20. Introducción al Metabolismo Secundario:** Conceptos generales. Clasificación de los metabolitos secundarios. Significado biológico.
- **Tema 21. Terpenoides:** Introducción. Clasificación. Distribución. Biosíntesis y localización.
- **Tema 22. Sustancias Fenólicas:** Introducción. Clasificación. Distribución. Biosíntesis y localización.
- **Tema 23. Alcaloides y Otros Compuestos Nitrogenados:** Introducción. Clasificación. Distribución. Biosíntesis y localización.

BLOQUE V: BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

- **Tema 24. Cultivo de Células y Tejidos Vegetales “in vitro”:** Medios de cultivo. Cultivos celulares. Embriogénesis somática. Organogénesis. Propagación clonal.
- **Tema 25. Bioproducción de Metabolitos secundarios:** Optimización de las condiciones de cultivo. Selección de líneas celulares de alta producción. Elicitación. Cultivo en biorreactores. Producción de metabolitos en raíces aisladas.
- **Tema 26. Manipulación Genética de Plantas:** Sistemas de transferencias de genes: métodos directos e indirectos. Aplicaciones de la ingeniería genética vegetal relacionadas con la Farmacia: Proteínas terapéuticas. Vacunas comestibles. Modificación genética del metabolismo secundario.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- **Seminario 1.** Búsqueda y manejo de información bibliográfica en Fisiología Vegetal: artículos, revistas y bases de datos.
- **Seminario 2.** Descontaminación de suelos y sistemas acuáticos mediante técnicas de fitorremediación.

Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1: Aislamiento de Cloroplastos: Reacción de Hill.
- Práctica 2: Estudio de la Reducción de Nitrato en Tejidos Fotosintéticos.
- Práctica 3: Determinación del Potencial Hídrico: Método Densitométrico de Chardakov.
- Práctica 4: Observación de Células y Tejidos vegetales



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- AZCÓN-BIETO, J. y TALÓN, M. (2ª ed.) (2008): Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw Hill-Interamericana, Madrid.
- BARCELÓ COLL, J.; NICOLÁS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B. y SÁNCHEZ TAMÉS, R. (2001): Fisiología Vegetal. Ed. Pirámide, Madrid.
- SALISBURY, F.B. y ROSS, C.W. (2000): Fisiología Vegetal. Ed. International Thompson Editores Spain - Paraninfo, S.A., Madrid
- TAIZ, L. y ZEIGER, E. (2006): Fisiología Vegetal. Publicacions de la Universitat Jaume I de Castellón (dos volúmenes, traducción de la 3ª edición en inglés de 2002).
- TAIZ, L. y ZEIGER, E. (2010): Plant Physiology. Sinauer, USA (5ª edición, en inglés).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- BUCHANAN, B. B., GRUISSSEN, W. Y JONES, R.L. (2000): Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Am. Soc. of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, USA.
- HOPKINS, W. G. y HÜNER, N. P. A. (2009): Introduction to Plant Physiology. Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, USA
- SLATER, A., SCOTT, N.W. y FOWLER, M.R. (2008): Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants. (2ª ed.). Oxford University Press, 2008
- BOWSHER, C., STEER, M., TOBIN, A. (2008) Plant Biochemistry. Garland Science. NY, USA.
- HELDT, H.W. (2011). Plant Biochemistry (4ª edición., en inglés). Academic Press, NY, USA.

ENLACES RECOMENDADOS

Todos los incluidos en las secciones de enlaces de las siguientes webs:

- <http://rubisco.ugr.es/fisiofar/>
- <http://www.ugr.es/local/fisioveg>

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases de teoría: 1.16 créditos ECTS (29 h) 19.33%
- Clases prácticas: 0.54 créditos ECTS (13.5 h) 9%
- Seminarios y/o exposición de trabajos: 0.1 créditos ECTS (2.5 h) 1.67%
- Realización de exámenes: 0.2 créditos ECTS (5 h) 3.33%
- Estudio de teoría y problemas: 3.2 créditos ECTS (75 h) 50%
- Preparación y estudio de prácticas: 0.2 créditos ECTS (5 h) 3.33%
- Preparación de trabajos: 0.6 créditos ECTS (15 h) 10%
- Tutorías individuales: 0.1 créditos ECTS (2.5 h) 1.67%
- Tutorías colectivas: 0.1 créditos ECTS (2.5 h) 1.67%



PROGRAMA DE ACTIVIDADES

| Primer cuatrimestre | Temas del temario | Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura) | | | | | Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura) | | | | |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|------|
| | | Sesiones teóricas (horas) | Sesiones prácticas (horas) | Exposiciones y seminarios (horas) | Exámenes (horas) | Etc. | Tutorías individuales (horas) | Tutorías colectivas (horas) | Estudio y trabajo individual del alumno (horas) | Trabajo en grupo (horas) | Etc. |
| Semana 1 | 1 | 1 | | 2 | | | | 2 | | | |
| Semana 2 | 2-3 | 2 | | | | | | 3 | 2 | | |
| Semana 3 | 4-5 | 2 | | 1 | | | | 4 | | | |
| Semana 4 | 6-7 | 2 | | 1 | | | | 3 | 2 | | |
| Semana 5 | 8-9 | 3 | | | | | | 4 | | | |
| Semana 6 | 10 | 2 | | 1 | | | | 3 | 2 | | |
| Semana 7 | 11-12 | 2 | | 1 | | | | 4 | | | |
| Semana 8 | 13-14 | 2 | | | | | | 4 | 1 | | |
| Semana 9 | 15 | 1 | | | 1 | | | 1 | 6 | | |
| Semana 10 | 15-17 | 3 | | | | | | 3 | 2 | | |
| Semana 11 | 18-19 | 2 | | 1 | | | | 3 | 2 | | |
| Semana 12 | 20 | 2 | | 1 | | | | 4 | | | |
| Semana 13 | 21-22 | 2 | | 1 | | | | 4 | 2 | | |
| Semana 14 | 23-24 | 2 | | | | | | 4 | | | |
| Semana 15 | 25 | 1 | | | 1 | | | 1 | 4 | 1.5 | |
| Hasta final | | | | | 3 | | | 14 | | | |
| Total horas | | 29 | 13.5 | 9 | 5 | | 2 | 2 | 75 | 14.5 | |



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

La evaluación se realizará a partir de las presentaciones y/o exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas.

La superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia.

- **Teoría:** Exámenes escritos de respuesta corta (SE.2) y/o exámenes escritos tipo test (SE.3) (60%)
- **Prácticas:** Exámenes de prácticas mediante prueba escrita (SE.8), elaboración de cuaderno de prácticas (SE.10) y asistencia (SE.15) (10%)
- **Otros:** Actividades en clase: Exámenes escritos de respuesta corta (SE.2) y/o exámenes escritos tipo test; exposición de trabajos (SE.5), presentación de temas (SE.6), preparación de trabajos en grupo (SE.11), preparación audiovisual (SE.12) y asistencia (SE.15) (30%)

INFORMACIÓN ADICIONAL

