

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
BIOLOGÍA	Biotecnología Vegetal Aplicada a la Farmacia	3º	1º	6	Optativa
PROFESORES⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Francisco Ligeró Ligeró Luis Recalde Manrique 			Dpto. Fisiología Vegetal, planta -1, Facultad de Farmacia. Despachos nº 9 y 12. Correo electrónico: fliger@ugr.es , lrecalde@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS⁽¹⁾		
			<ul style="list-style-type: none"> Profesor Francisco Ligeró: Martes y jueves de 9:30 a 12:30 Profesor Luis Recalde Manrique: Lunes, miércoles y viernes de 9:30 a 11:30 		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Farmacia			Grado en Biología		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas Fisiología Vegetal, Bioquímica Estructural, Bioquímica Metabólica y conocimientos de inglés suficientes para poder traducir artículos.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Cultivo in Vitro de células, tejidos y órganos vegetales. Producción de metabolitos secundarios en cultivos celulares. Tecnología del ADN recombinante. Mejora biotecnológica de plantas medicinales. Plantas transgénicas: agricultura molecular. Control y modulación del metabolismo secundario vegetal					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias genéricas:

- Identificar, diseñar, obtener, analizar, controlar y producir fármacos y medicamentos, así como otros productos y materias primas de interés sanitario de uso humano o veterinario (CG1).
- Saber aplicar el método científico y adquirir habilidades en el manejo de la legislación, 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).
- Desarrollar habilidades de comunicación e información, tanto orales como escritas, para tratar con pacientes y usuarios del centro donde desempeñe su actividad profesional. Promover las capacidades de trabajo y colaboración en equipos multidisciplinares y las relacionadas con otros profesionales sanitarios (CG13).

Competencias específicas:

- Desarrollar habilidades para identificar dianas terapéuticas y de producción biotecnológica de fármacos, así como de uso de la terapia génica (CE21).
- Diseñar, optimizar y elaborar las formas farmacéuticas garantizando su calidad, incluyendo la formulación y control de calidad de medicamentos, el desarrollo de fórmulas magistrales y preparados oficinales (CE27).
- Conocer los procesos de liberación, absorción, distribución, metabolismo y excreción de fármacos, y factores que condicionan la absorción y disposición en función de sus vías de administración (CE29).
- Conocer las operaciones básicas y procesos tecnológicos relacionados con la elaboración y control de medicamentos (CE33).

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Proporcionar a los alumnos de Farmacia una sólida formación en el manejo in vitro de diferentes materiales vegetales (protoplastos, células aisladas, tejidos y órganos) y de ingeniería genética vegetal para:
 1. La obtención de metabolitos de alto interés farmacéutico
 2. La mejora genética de plantas medicinales
 3. La obtención de plantas transgénicas para producir a gran escala proteínas humanas, enzimas industriales o polímeros naturales.
- Los cultivos vegetales in vitro constituyen un material ideal para el estudio de las rutas biosintéticas del metabolismo secundario (excelente fuente de los sistemas implicados en dichas rutas) y su posible manipulación por ingeniería genética. Introducir a los estudiantes en estos aspectos básicos de la ingeniería metabólica es otro de los objetivos de la asignatura

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

BLOQUE I: CULTIVO DE CÉLULAS Y TEJIDOS VEGETALES IN VITRO

Tema 1. Introducción a la Biotecnología Vegetal. Biotecnología Vegetal: concepto y significación en el ámbito sanitario. Particularidades genéticas, estructurales y fisiológicas de las células vegetales cultivadas in vitro. Totipotencia.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 2

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: JUAN MANUEL CABA BARRIENTOS Director/a de Departamento

Sello de tiempo: 26/06/2019 12:28:42 Página: 2 / 6



Gldr9EIN55ff+kIIvfACHX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Tema 2. Metodología General del Cultivo in Vitro. Asepsia. Factores ambientales. Factores nutricionales.

Tema 3. Morfogénesis in Vitro. Introducción. Ciclo celular y diferenciación. Determinación y competencia morfogénica. Inducción de tejido de tallo. Regeneración de plantas. Cultivo de tejidos y órganos.

Tema 4. Cultivos Celulares. Inicio de suspensiones celulares. Requerimientos nutricionales. Evaluación del crecimiento. Actividad metabólica.

Tema 5. Protoplastos. Aislamiento: factores que afectan al proceso. Viabilidad. Cultivo de protoplastos: formación de la pared celular, división y establecimiento de callo. Regeneración de plantas. Aplicaciones prácticas.

Tema 6. Variación Somaclonal. Cambios genéticos, epigenéticos y fisiológicos. Significación del nivel de euploidía. Variación somaclonal y mejora genética.

Tema 7. Multiplicación Vegetativa de Plantas Medicinales. Técnicas de micropropagación. Cultivo de meristemos. Cultivo de anteras y polen. Producción de plantas haploides.

Tema 8. Mejora de Plantas Medicinales. Embriogénesis somática: concepto, mecanismo y regulación. Semillas artificiales. Hibridación somática y cibrización: concepto, mecanismo y regulación. Aplicaciones.

Tema 9. Metabolismo Secundario en Cultivos in Vitro. Introducción. Diferenciación celular y metabolismo secundario. Control in vitro de la producción. Fases del ciclo celular in vitro. Tipos de cultivo

Tema 10. Producción de Metabolitos Secundarios en Cultivos Celulares. Introducción. Células en suspensión e inmovilizadas. Selección de líneas celulares. Elicitación. Biotransformación. Biorreactores.

BLOQUE II: INGENIERÍA GENÉTICA VEGETAL

Tema 11. Introducción a la Ingeniería Genética Vegetal. El genoma de las células vegetales. Tamaño del genoma-Contenido en ADN: ADN repetido. Ploidia. Genes vegetales: Organización de los genes en el ADN. Estructura de los genes vegetales. Expresión genética.

Tema 12. Tecnología del ADN Recombinante. Introducción. Técnicas básicas. Clonación de genes. Esquema básico de clonación. Elementos básicos para la clonación de genes. Clonación de ADNc y ADN genómico: Librería de genes. Análisis del ADN clonado: Identificación de genes funcionales en una librería. Genes marcadores: Marcadores de selección. Genes informadores.

Tema 13. Agrobacterium: Vector de Genes para Plantas. I. Sistema Agrobacterium tumefaciens. Introducción. Agalla de cuello. Plásmidos Ti. Vectores para la transferencia de genes: sistema cointegrado y sistema binario. Técnicas de transformación con Agrobacterium: Técnicas que implican regeneración in vitro de planta transformada. Transformación in planta. Agroinfección. Ventajas y limitación del Agrobacterium como vector de genes.

Tema 14. Agrobacterium: Vector de Genes para Plantas. II Sistema Agrobacterium rhizogenes. Introducción. Síndrome de la raíz pilosa. Plásmidos Ri. Genes *rol* y genes *aux*. Inducción y cultivo de raíces transgénicas. Aplicaciones.

Tema 15. Virus Vegetales como Vectores de Genes. Introducción. Virus ARN. Tobamovirus. Vectores de expresión basados en tomabovirus: Virus completos. Virus fragmentados. Técnicas de transformación: Infección directa de plantas. Agroinfección. "Magniffection". Ventajas y aplicaciones de los vectores virales.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 3

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: JUAN MANUEL CABA BARRIENTOS Director/a de Departamento

Sello de tiempo: 26/06/2019 12:28:42 Página: 3 / 6



Gldr9EIN55ff+kIIvFAcHX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Tema 16. Métodos de Transferencia Directa: Electroporación y Biolística. Introducción. Electroporación. Biolística: Cañón de partículas. Optimización de parámetros. Ventajas y limitaciones de la técnica. Mejoras introducidas. Transformación de cloroplastos.

Tema 17. Aplicaciones de la Ingeniería Genética. I. Calidad de los Productos Vegetales.

Almacenamiento/conservación. Color y forma de las flores. Alimentos biofortificados. Cantidad y calidad de proteínas. Lípidos y carbohidratos.

Tema 18. Aplicaciones de la Ingeniería Genética. II. Obtención de Proteínas Terapéuticas en Plantas Transgénicas.

Introducción. Elección de la especie vegetal. Estrategias de expresión. Ejemplos industriales: Producción de insulina humana en plantas de cártamo. Expresión de antígenos mediante vectores víricos. Producción de anticuerpos en plantas (plantibody).

Tema 19. Aplicaciones de la Ingeniería Genética. III. Plantas Transgénicas como Vacunas Comestibles.

Introducción. Plantas modelo. Concepto de vacuna comestible. Vacunas candidatas. Ejemplos industriales.

Tema 20. Aplicaciones de la Ingeniería Genética. IV Modificación Genética del Metabolismo Secundario.

Introducción. Manipulación de rutas metabólicas: Identificación y caracterización de la ruta metabólica. Factores que limitan la acumulación de el/los productos de interés. Acción sobre genes individuales. Adición de nuevos genes. Inhibición de genes específicos. Factores que regulan el flujo a través de dicha ruta.

TEMARIO PRÁCTICO:

Práctica 1. Preparación de medios de cultivo in Vitro (dos sesiones)

Práctica 2. Iniciación de callo a partir de raíz de zanahoria y tubérculo de patata.

Práctica 3. Organogénesis a partir de médula de tallo de tabaco.

Práctica 4. Obtención de raíces en cabellera (hairy roots) mediante infección de explantos con *Agrobacterium rhizogenes*.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcón-Bieto y Talón (2008) Fundamentos De Fisiología Vegetal (2ª Ed). Interamericana-McGraw-Hill, UBe, Madrid
- Bhojwani M.K. y Razdan M.K. (1996): Plant Tissue Culture. Ed. Elsevier.
- Buchanan BB, Gruissen W y Jones RL (2015): Biochemistry and Molecular Biology of Plants (2ª edición, en inglés). American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, USA.
- Caballero JL, Valpuesta V y Muñoz Blanco J. (2001). Introducción a la Biotecnología Vegetal: Métodos y Aplicaciones. Ed. Publicaciones Obra Social y Cultural CajaSur.
- Charla H.S. (2009). Introduction to Plant Biotechnology. Ed. Science Publisher.
- Faye L and Gomord V (2009) Recombinant Proteins from Plants. Ed. Humana Press
- Germano Fett-Neto A. (2010) Plant Secondary Metabolism Engineering. Ed. Humana Press
- Hall R D (1999) Plant Cell Culture Protocols. Ed. Humana Press.
- Izquierdo M. (2001): Ingeniería Genética y Transferencia Génica. Ed. Pirámide.
- Kole Ch, Michler Ch H, Abbott A G and Hall T C (2010) Transgenic Crop Plants (Principles and Development) Ed. Springer.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 4

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: JUAN MANUEL CABA BARRIENTOS Director/a de Departamento

Sello de tiempo: 26/06/2019 12:28:42 Página: 4 / 6



Gldr9EIN55ff+kIIvFACHX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Neumann KH, Kumar A e Imani J (2009). Plant Cell and Tissue Culture, a Tool in Biotechnology. Ed. Springer.
- Oksman-Caldentey KM and Barz W H (2002) Plant Biotechnology and Transgenic Plants. Ed. Marcel Dekker, Inc.
- Peña L (2005) Transgenic Plants (Methods and Protocols) . Ed. Humana Press.
- Perera J. y Tormo J.L. (2002): Ingeniería Genética, Volúmenes I y II. Ed. Síntesis.
- Slater A, Scot, NW y Fowler MR (2008): Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants. (2ª ed.). Oxford University Press
- Taiz L. et al. (2015): Plant Physiology and Development (6ª ed.). Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.

ENLACES RECOMENDADOS

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

- <http://www.ugr.es/local/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%

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 ordinaria.

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:** Carácter obligatorio. Asistencia a todas las sesiones de laboratorio programadas (SE.15). Elaboración de un trabajo con los resultados obtenidos (SE.10). Valoración hasta un 10%.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 5

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: JUAN MANUEL CABA BARRIENTOS Director/a de Departamento

Sello de tiempo: 26/06/2019 12:28:42 Página: 5 / 6



Gldr9EIN55ff+kIIvfACHX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- **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%)

2. Evaluación extraordinaria.

Según el artículo 19 de la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada, 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.

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"

A parte de esta evaluación continua y de acuerdo con la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada (art. 6.2), también se contempla una evaluación única final para aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua.

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 debe presentarse electrónicamente en el siguiente enlace:

<https://sede.ugr.es/procs/Gestion-Academica-Solicitud-de-evaluacion-unica-final/>

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 90% de la nota final, y de la nota de prácticas que supondrá hasta el 10% de la nota final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

CALENDARIO PREVISTO DE EXÁMENES (a falta de confirmación en Junta de Facultad):

- Examen parcial: 7 de noviembre
- Convocatoria ordinaria: 23 de enero
- Convocatoria extraordinaria: 4 de febrero

Las fechas actualizadas pueden consultarse en la web de la Facultad de Farmacia en la siguiente dirección:

<http://farmacia.ugr.es/guia/2020/exam.htm>



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 6

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: JUAN MANUEL CABA BARRIENTOS Director/a de Departamento

Sello de tiempo: 26/06/2019 12:28:42 Página: 6 / 6



Gldr9EIN55ff+kIIvFACHX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.