

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
BIOLOGÍA	Biotecnología Vegetal Aplicada a la Farmacia	3º	1º	6	Optativa
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Francisco Ligeró Ligeró</li> <li>Luis Recalde Manrique</li> </ul>			Dpto. Fisiología Vegetal, planta -1, Facultad de Farmacia. Despachos nº 9 y 12. Correo electrónico: <a href="mailto:lrecalde@ugr.es">lrecalde@ugr.es</a> , <a href="mailto:fligeró@ugr.es">fligeró@ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Profesor Francisco Ligeró Ligeró: lunes, miércoles y viernes de 11:30 a 13:30 h (1º cuatrimestre); lunes, miércoles y viernes de 09:30 a 11:30 h (2º cuatrimestre)</li> <li>Profesor Luis Recalde Manrique: lunes, miércoles y viernes de 11:30 a 13:30 h</li> </ul>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Farmacia			Grado en Biología		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas Fisiología Vegetal, Bioquímica Estructural, Bioquímica Metabólica y conocimientos de inglés suficientes para poder traducir artículos.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
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.					



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### A. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

1. Utilizar los recursos bibliográficos de la red.
2. Desarrollar la capacidad para la argumentación fundamentada y la crítica racional sobre la información científica, diferenciando claramente entre interpretaciones subjetivas y los hechos o evidencias científicas aceptadas.
3. Tener capacidad para la expresión oral ante un auditorio público, por ejemplo, la propia clase, mediante la exposición de un breve trabajo o la intervención en un debate sobre un tema o cuestión polémica.
4. Conocer las diversas técnicas de cultivo "in vitro" de plantas, así como sus aplicaciones.
5. Desarrollar habilidades basadas en el uso de células y tejidos vegetales "in vitro"
6. Conocer las bases de la ingeniería genética en plantas.
7. Utilizar los conocimientos del metabolismo de plantas para modularlo o modificarlo.
8. Conocer las aplicaciones farmacéuticas de la Biotecnología Vegetal.
9. Conocer el impacto sociológico y ambiental que determinadas técnicas y aplicaciones de la Biotecnología Vegetal pueden generar en nuestra sociedad

## 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.

**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. Ploidía. 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 tobamovirus: Virus completos. Virus fragmentados. Técnicas de transformación: Infección directa de plantas. Agroinfección. "Magniffection". Ventajas y aplicaciones de los vectores virales.

**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 B.B., Gruissen W. y Jones R.L. (2000): *Biochemistry and Molecular Biology of plants*. Am. Soc. 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.
- 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.* .
- Taiz L. y Zeiger E. (2010): *Plant Physiology (5ª ed.). Sinauer Associates, Sunderland, MA, 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							
Semana 2	2-3	3									
Semana 3	4	1.5		1.5							
Semana 4	5-6	3									
Semana 5	7	1.5		1.5							



Semana 6	8	2								
Semana 7	9-10	3								
Semana 8	10	1		1						
Semana 9	11	1		2						
Semana 10	12-13	3								
Semana 11	13-14	3								
Semana 12	15-16	3								
Semana 13	17-18	2		1						
Semana 14	18-19	2		1						
Semana 15	20	2		1						
Hasta final					3					
Total horas		32	15	11	3		2	2		

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

##### 1.- Evaluación continua

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:** 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%)

##### 2.- Evaluación única final

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 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**

