

Fecha de aprobación: 23/06/2023

Guía docente de la asignatura

## Biotecnología Vegetal Aplicada a la Farmacia (20411A3)

<b>Grado</b>	Grado en Farmacia	<b>Rama</b>	Ciencias de la Salud				
<b>Módulo</b>	Complementos de Formación	<b>Materia</b>	Biotecnología Vegetal Aplicada a la Farmacia				
<b>Curso</b>	3º	<b>Semestre</b>	1º	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Optativa

### 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.

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - 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.
- CG03 - 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.
- CG13 - 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.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS



- CE21 - Desarrollar habilidades para identificar dianas terapéuticas y de producción biotecnológica de fármacos, así como de uso de la terapia génica.
- CE27 - 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.
- CE29 - 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.
- CE33 - Conocer las operaciones básicas y procesos tecnológicos relacionados con la elaboración y control de medicamentos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de utilizar con desenvoltura las TICs

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- 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

### PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

#### TEÓRICO

##### 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 morfogenética. 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.

**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.



## PRÁCTICO

### 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 directa a partir de hojas de Petunia.
- **Práctica 4.** Obtención de raíces en cabellera (hairy roots) mediante infección de explantos con *Agrobacterium rhizogenes*.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Azcón-Bieto J. y Talón M. (2008) Fundamentos De Fisiología Vegetal (2ª Ed). Interamericana-McGraw-Hill, UBe, Madrid. Disponible versión online en la web de la Biblioteca UGR. ([link](#))
- Buchanan B.B., Gruissen W. y Jones R.L. (2015) Biochemistry and Molecular Biology of Plants (2ª edición, en inglés). American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, USA.
- Caballero J.L., Valpuesta V. y Muñoz Blanco J. (2001) Introducción a la Biotecnología Vegetal: Métodos y Aplicaciones. Ed. Publicaciones Obra Social y Cultural CajaSur.
- Chawla H.S. (2009) Introduction to Plant Biotechnology. Ed. Science Publisher.
- Dunwell J.M. y Wetten A.. (2012) Transgenic Plants: Methods and Protocols. Ed. Humana Press. ([link](#))
- Faye L. y Gomord V. (2009) Recombinant Proteins from Plants. Ed. Humana Press.
- Fett-Neto A.G. (2010) Plant Secondary Metabolism Engineering. Ed. Humana Press. ([link](#))
- García del Moral L.F. (2021) Biotecnología vegetal. Fundamentos y Aplicaciones. Ed. EUG.
- Hall R.D. (1999) Plant Cell Culture Protocols. Ed. Humana Press. ([link](#))
- Izquierdo M. (2001) Ingeniería Genética y Transferencia Génica. Ed. Pirámide.
- Kole Ch., Michler Ch.H., Abbott A.G. y Hall T.C. (2010) Transgenic Crop Plants (Principles and Development). Ed. Springer. ([link](#))
- Kumar S, Barone P y Smith M. (2019) Transgenic Plants: Methods and Protocols. Springer New York. ([link](#))
- Neumann K.H., Kumar A. e Imani J. (2009) Plant Cell and Tissue Culture, a Tool in Biotechnology. Ed. Springer. ([link](#))
- Oksman-Caldentey K.M. y Barz W.H. (2002) Plant Biotechnology and Transgenic Plants. Ed. Marcel Dekker, Inc.
- Seguí J.M. (2016) Biotecnología Vegetal. La ciencia que revoluciona el futuro de las plantas. Ed. Guadalquivir.
- Slater A., Scot N.W. y Fowler M.R. (2008) Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants. (2ª ed.). Ed. Oxford University Press.
- Taiz L. et al. (2015) Plant Physiology and Development (6ª ed.). Ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA. ([link](#))

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

## ENLACES RECOMENDADOS



<http://www.ugr.es/~fisiofar/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas de laboratorio y/o clínicas y/o oficinas de Farmacia
- MD07 - Seminarios
- MD09 - Realización de trabajos en grupo
- MD10 - Realización de trabajos individuales
- MD12 - Tutorías
- MD13 - Participación en plataformas docentes

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

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.

- **Examen de teoría:** La materia se divide en dos parciales eliminatorios independientes. Exámenes escritos de respuesta corta y/o tipo test (SE1). La valoración supone un **70 %** de la calificación final.
- **Prácticas:** Carácter obligatorio. Asistencia a todas las sesiones de laboratorio programadas (SE.15). Elaboración de un trabajo con los resultados obtenidos (SE2). **15%** de la nota final.
- **Elaboración y exposición de trabajos:** Exámenes escritos de respuesta corta y/o exámenes escritos tipo test (SE1); exposición de trabajos, presentación de temas, preparación de trabajos en grupo, preparación audiovisual (SE3) **10%** de la calificación final.
- **Asistencias:** (SE.4). **5%** de la calificación final.

Para aprobar la asignatura por parciales será necesario obtener al menos una calificación de 5 puntos sobre 10 en teoría y de 5 sobre 10 en prácticas, al igual que en la convocatoria ordinaria.

### 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. 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. Al igual que en la convocatoria ordinaria, en la extraordinaria será necesario obtener al menos una calificación de 50% de la calificación máxima tanto en teoría como en prácticas para aprobar la asignatura.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Aparte 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 en la sede electrónica de la UGR o directamente en el siguiente enlace:

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

Los alumnos que se acojan al sistema de evaluación única final deberán hacer las prácticas de laboratorio previstas en la guía docente de la asignatura.

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.

