

Guía docente de la asignatura

## Biotecnología Vegetal (M78/56/1/20)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 27/06/2025

**Máster**

Máster Universitario en Biología Molecular Aplicada a Empresas Biotecnológicas (Bioenterprise)

**MÓDULO**

- Módulo 2: Docencia Optativa
- Módulo 2. Optativo

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación: <https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido>

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

1. Cultivo in vitro de células de plantas y protoplastos. Crecimiento y desarrollo de las plantas. Cultivos in vitro. Medios y fitoreguladores. Cultivo de tejidos y órganos de plantas. Cultivo de células vegetales. Obtención de protoplastos. Regeneración de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Aplicaciones del cultivo de células vegetales: Producción de compuestos complejos y plantas libres de patógenos. Micropropagación y propagación a gran escala. 2. Mejora clásica. Importancia del germoplasma. Bancos de germoplasma. Programas de mejora por selección en plantas autóгамas y alógamas: perspectivas. Variación somaclonal. Híbridos interespecíficos e intergenéricos. Fusión de protoplastos: Hibridación somática. Perspectivas de futuro. 3. El genoma vegetal. Características. Requerimientos para la expresión de proteínas foráneas en plantas. Promotores y terminadores. Especificidad tisular. Expresión génica en



plantas. Herencia citoplasmática. Elementos transponibles y transposones. Expresión génica en plantas. Principales tipos de marcadores moleculares en plantas. 4. Plantas transgénicas. Vectores de plantas. Uso de genes delatores (GUS, luciferasa, CAT, GFP). Agrobacterium tumefaciens y A. rhizogenes. Bloqueo de la expresión con ARN antisentido. Métodos de transformación directa. Métodos químicos. Transferencia de DNA por medio de liposomas. Electroporación, microinyección, biolística. 5. Aplicaciones biotecnológicas I Resistencia a herbicidas en plantas. Resistencia a insectos. Resistencia a infección por virus. Plantas resistentes a hongos y bacterias. Plantas resistentes a la salinidad y estrés oxidativo. 6. Aplicaciones biotecnológicas II ¿ Modificación de la cantidad y calidad de proteínas de plantas. Expresión de anticuerpos en plantas. Ornamentación floral. Obtención de plantas androestériles. 7. Cartografía y secuenciación de genomas de plantas. Cartografía de cromosomas. Métodos moleculares. La ciencia genómica. Secuenciación de genomas. Microchips de ADN. Perspectivas futuras. 8. Proteómica Vegetal: Metodología y estrategias para el análisis del proteoma. Identificación de proteínas. Análisis de fosfopéptidos. Ionómica, Enzimómica, Metabolómica e Interactómica.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE02 - Organizar y diseñar actividades en el campo de la experimentación en Biotecnología;
- CE03 - Manejar las tecnologías de la información para la adquisición, procesamiento y difusión de resultados en investigación;
- CE04 - Emitir juicios en función de criterios y razonamiento crítico y aprender a reconocer los parámetros de calidad en investigación;
- CE07 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la Biotecnología.
- CE08 - Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre Biotecnología para asesorar a personas y a organizaciones.
- CE09 - Reconocer y adaptarse a la diversidad y multiculturalidad.
- CE17 - Adquirir conocimientos avanzados en Biotecnología Vegetal.



## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE02 - Organizar y diseñar actividades en el campo de la experimentación en Biotecnología;
- CE03 - Manejar las tecnologías de la información para la adquisición, procesamiento y difusión de resultados en investigación;
- CE04 - Emitir juicios en función de criterios y razonamiento crítico y aprender a reconocer los parámetros de calidad en investigación;
- CE07 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la Biotecnología.
- CE08 - Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre Biotecnología para asesorar a personas y a organizaciones.
- CE09 - Reconocer y adaptarse a la diversidad y multiculturalidad.
- CE17 - Adquirir conocimientos avanzados en Biotecnología Vegetal.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

El estado actual de los problemas y perspectivas de la Biotecnología Vegetal en España y en el mundo.

El aprendizaje de las bases conceptuales y metodológicas del cultivo in vitro de tejidos y órganos vegetales.

Las técnicas convencionales de selección vegetal y sus logros y limitaciones.

Las consecuencias del cultivo de tejidos, los factores que afectan a la variación somaclonal y su aplicación a la mejora vegetal.



Los sistemas de propagación vegetativa y sus ventajas e inconvenientes.

Los métodos de obtención de plantas libres de virus y enfermedades.

Las técnicas para el rescate de embriones y sus aplicaciones prácticas.

Las bases fisiológicas y los métodos de producción de individuos haploides y sus aplicaciones prácticas en investigación y mejora vegetal.

La obtención de protoplastos vegetales y su interés como sistema experimental en Biotecnología y Fisiología Vegetal.

Las bases celulares y las aplicaciones de la hibridación somática.

Los fundamentos prácticos de la producción de metabolitos secundarios mediante biotransformaciones y síntesis multienzimáticas.

Los sistemas de producción de metabolitos secundarios en biorreactores.

Los métodos biotecnológicos de conservación de material vegetal genético y el interés de los bancos de genes.

La organización y estructura de los tres tipos de ADN en plantas: nuclear, cloroplastídico y mitocondria y la expresión génica en plantas.

Los principales marcadores moleculares en plantas y las bases de la genómica, proteómica y metabolómica vegetal.

Las técnicas de transformación genética en plantas y su aplicación a la mejora y productividad de los vegetales.

Las aplicaciones de la ingeniería genética a la modificación de la cantidad y calidad de los productos vegetales y a la resistencia a herbicidas, enfermedades, plagas y estreses abióticos en las plantas.

Los problemas e impacto de la Biotecnología Vegetal en el ambiente, la industria y la sociedad, y los sistemas para la bioseguridad y control de plantas

transgénicas.

Las base conceptuales y metodológicas de la genómica y proteómica vegetal y sus aplicaciones.

El alumno será capaz de:

Utilizar correctamente la terminología empleada en Biotecnología vegetal. Analizar de forma crítica artículos experimentales

Elaborar trabajos e informes de investigación sobre la temática del curso

Trabajar de forma adecuada en un laboratorio de Biotecnología Vegetal, incluyendo seguridad, manipulación y eliminación de residuos biológicos y registro anotado de actividades.

Diseñar, preparar y esterilizar medios para cultivo in vitro de células y tejidos vegetales.



Realizar cultivos estériles de células, tejidos y órganos vegetales.

Realizar experimentos y diseñar aplicaciones de forma independiente, describiendo, cuantificando, analizando, interpretando y evaluando críticamente los resultados obtenidos.

Aplicar los conocimientos teóricos a la práctica de la Biotecnología Vegetal.

Diseñar un protocolo general de obtención y purificación de un metabolito secundario en un biorreactor.

Plantear un protocolo para la obtención y regeneración de plantas transgénicas.

Aplicar los principales marcadores moleculares para la identificación de genotipos vegetales.

Diferenciar las estrategias de producción y mejora de alimentos de origen vegetal por métodos biotecnológicos.

Conocer las principales aplicaciones de las plantas transgénicas a la mejora vegetal y a la resistencia a factores bióticos y abióticos.

Buscar y obtener información en las principales bases de datos y bibliográficas sobre aspectos prácticos de la Biotecnología Vegetal.

Apreciar claramente las implicaciones éticas, sociales, económicas y ambientales de la Biotecnología Vegetal.

Adquirir habilidades de presentación en público y discusión de diseños de investigación y sus posibles aplicaciones a problemas reales

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

1. Cultivo in vitro de células de plantas y protoplastos. El crecimiento y desarrollo de las plantas. Cultivos in vitro. Medios y hormonas. Cultivo de tejidos y órganos de plantas. Cultivo de células vegetales. Obtención de protoplastos. Regeneración de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Aplicaciones del cultivo de células vegetales: Producción de compuestos complejos y plantas libres de patógenos. Micropropagación y propagación a gran escala.

2. Mejora clásica. Importancia del germoplasma. Bancos de germoplasma. Programas de mejora por selección en plantas autóгамas y alógamas: perspectivas. Variación somaclonal. Híbridos interespecíficos e intergenéricos. Fusión de protoplastos: Hibridación somática. Perspectivas de futuro.

3. El genoma vegetal. Características. Requerimientos para la expresión de proteínas foráneas en plantas. Promotores y terminadores. Especificidad tisular. Expresión génica en plantas. Herencia citoplasmática. Elementos transponibles y transposones. Expresión génica en plantas. Principales tipos de marcadores moleculares en plantas.

4. Plantas transgénicas. Vectores de plantas. Uso de genes delatores (GUS, luciferasa, CAT, GFP). *Agrobacterium tumefaciens* y *A. rhizogenes*. Bloqueo de la expresión con ARN antisentido. Métodos de transformación directa. Métodos químicos. Transferencia de DNA por medio de



liposomas. Electroporación, microinyección, biolística.

5. Aplicaciones biotecnológicas I – Resistencia a herbicidas en plantas. Resistencia a insectos. Resistencia a infección por virus. Plantas resistentes a hongos y bacterias. Plantas resistentes a la salinidad y estrés oxidativo.

6. Aplicaciones biotecnológicas II – Modificación de la cantidad y calidad de proteínas de plantas. Expresión de anticuerpos en plantas. Ornamentación floral. Obtención de plantas androestériles.

7. Cartografía y secuenciación de genomas de plantas. Cartografía de cromosomas. Métodos moleculares. La ciencia genómica. Secuenciación de genomas. Microchips de ADN. Perspectivas futuras.

8. Proteómica Vegetal: Metodología y estrategias para el análisis del proteoma. Identificación de proteínas. Análisis de fosfopéptidos. Ionómica, Enzimomómica, Metabolómica e Interactómica.

## PRÁCTICO

Seminarios sobre temas de actualidad complementarios a las clases de teoría.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

Optativas

**Práctica 1.** Preparación y esterilización del medio de cultivo de Murashige-Skoog (MS). Iniciación de cultivo de callo de médula de zanahoria y tabaco.

**Práctica 2.** Preparación y esterilización de medio para cultivo de embriones cigóticos. Cultivo de embriones cigóticos de cebada y apomícticos de naranjo.

**Práctica 3.** Inducción de tubo polínico y observación de microsporas en polen de *Nicotiana glauca*.

**Práctica 4.** Preparación y esterilización de medio para cultivo de anteras. Cultivo de anteras de *Nicotiana glauca*.

**Práctica 5.** Obtención y observación de protoplastos en hojas de puerro (*Allium porrum*).

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

ABDIN, M.Z., KAMALUDDIN, U.K., ALI, A. (eds.) 2017. *Plant Biotechnology: Principles and Applications*, Springer, Berlin–New York.

ANGSTROM, J. 2018. *Plant Biotechnology*. Larsen & Keller Education Pub., USA., 234 p.

BAHADUR, B., RAJAM, M.V., SAHIJRAM, L., KRISHNAMURTHY, K.V. (eds.). 2015. *Plant Biology and Biotechnology*, 2 vols., Springer, New York.

BHOJWANI, S.S. ; DANTU, P.K. 2013. *Plant Tissue Culture: An Introductory Text*, Springer India,



318 p.

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.

DUTTA GUPTA, S.; IBARAKI, YASUOMI (Eds.). 2007. Plant tissue culture engineering, Springer Verlag, Berlin-New York.

ECHENIKE, V.; RUBISTEIN, C.; MROGINSKI, L. (eds.). 2004. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, BUENOS Aires, Argentina.

GARCIA DEL MORAL GARRIDO, L.F. 2021. Biotecnología Vegetal. Fundamentos y aplicaciones. Editorial Universidad de Granada, 400 p.

GELVIN, S.B., SCILPEROORT, R. (EDS). 2000. Plant Molecular Biology Manual. 2nd ed., Kluwer Academic Pub., Dordrecht, The Hague

KARL-HERMANN, N, ASHWANI, K., JAFARGHOLI, I. 2009. Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology: Basics and Application, Springer, Berlin.

KEMPKEN, F., JUNG, C. 2010. Genetic modification of plants: agriculture, horticulture and forestry, Springer, Berlin.

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.

RANABHATT, H., KAPOR, R. 2018. Plant Biotechnology, WPI Publishing, India, 526 p.

RICROCH, A., CHOPRA, S., FLEISCHER, S.J. (eds.), 2014. Plant Biotechnology, Springer, New York

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ALTMAN, A., HASEGAWA, P.M. (eds.). 2012. Plant Biotechnology and Agriculture, Elsevier Inc, Netherlands.

ASHIHARA, H.; CROZIER, A.; KOMAMINE, A. (eds.) 2011. Plant Metabolism and Biotechnology. Wiley, New York.

IAÑEZ PAREJA, E. (Coord.). 2002. Plantas transgénicas: De la Ciencia al Derecho. Ed. Comares, Granada.

RAVI, I.; BAUNTHIYAL, M.; SAXENA, J. (eds.). 2014. Advances in Biotechnology, Springer, India, 264 p.

WANG, A.; MA, S. (eds.). 2012. Molecular Farming in Plants: Recent Advances and Future Prospects, Springer Science+Business Media B.V., 284 p.



## ENLACES RECOMENDADOS

Sociedad española de biotecnología, [www.sebiot.org](http://www.sebiot.org)

Sociedad Española de Cultivo in vitro de Tejidos Vegetales, <http://www.ivia.es/secivtv/>

Sociedad Española de Fisiología Vegetal, <http://www.sefv.net/>

AgBiotechNet, <http://www.agbiotechnet.com/main.asp/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Clases magistrales
- MD02 Experimentación
- MD03 Colección, estudio y análisis bibliográfico
- MD04 Ensayo científico

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

Participación en discusiones de clase (10 %) CEM8

Evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de la actividad diaria y elaboración de una memoria (10 %) CE3, CE4

Trabajo y Exposición oral de un tema específico complementario (50 %) CE3, CE4, CE7, CE8

- Examen integrador de los contenidos del curso (30 %) CEM8

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que 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. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de examinarse para obtener el 75% de la calificación mediante el examen de teoría, el 15% mediante el examen de prácticas y un 10% mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

Examen integrador de los contenidos del curso CEM8

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL



El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, 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 en tal caso consistirá en:

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.

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 un 15% de la calificación final.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

