

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biotecnología	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	3º	6º	6	Optativa
<b>PROFESORES</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b>		
Dr. Luis F. García del Moral Garrido			Correo electrónico: <a href="mailto:lfgm@ugr.es">lfgm@ugr.es</a> Departamento de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias, Campus Fuentenueva, 18071 Granada		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			Luis García del Moral: martes, miércoles y jueves de 17-19h		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Bioquímica			Grado en Biología		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b>					
Recomendable haber cursado Biología Celular, Fundamentos de Bioquímica, Fisiología molecular de plantas					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultivo in vitro de células de plantas y protoplastos.</li> <li>- Aplicaciones del cultivo de células y tejidos vegetales.</li> <li>- Producción de compuestos complejos y plantas libres de patógenos.</li> <li>- Obtención de plantas transgénicas.</li> <li>- Aplicaciones de la Biotecnología Vegetal.</li> <li>- Aspectos éticos y legales de la Biotecnología Vegetal.</li> </ul>					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
CG2 - Saber aplicar los conocimientos en Bioquímica y Biología Molecular al mundo profesional, especialmente en las áreas de investigación y docencia, y de actividades biosanitarias, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas en el					



ámbito de las Biociencias Moleculares utilizando el método científico

CG3 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas en distintos temas relevantes en el ámbito de las Biociencias Moleculares.

CG4 - Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado

CG5 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía, incluyendo la capacidad de asimilación de las distintas innovaciones científicas y tecnológicas que se vayan produciendo en el ámbito de las Biociencias Moleculares

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética  
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CE12 - Tener una visión integrada de los sistemas de comunicación intercelular y de señalización intracelular que regulan la proliferación, diferenciación, desarrollo y función de los tejidos y órganos, para así comprender cómo la complejidad de las interacciones moleculares determina el fenotipo de los organismos vivos, con un énfasis especial en el organismo humano,

CE15 - Conocer los principales problemas actuales y los retos futuros de las Biociencias Moleculares, así como las implicaciones éticas y sociales de las aplicaciones prácticas de la Bioquímica y Biología Molecular en los sectores sanitario y biotecnológico.

CE18 - Conocer las técnicas básicas de cultivos celulares (con énfasis en las células animales), así como las de procesamiento de células y tejidos para obtener preparaciones de orgánulos subcelulares.

CE23 - Saber aplicar protocolos experimentales de laboratorio dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular

## 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 mitocondrial 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.

El alumno será capaz de:

- Utilizar correctamente la terminología empleada en Biotecnología vegetal.
- 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.
- Aprender claramente las implicaciones éticas, sociales, económicas y ambientales de la Biotecnología Vegetal.

#### **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

TEMARIO TEÓRICO: ( 1,6ECTS/ 40 hs)



Tema 1: Situación actual de la Biotecnología Vegetal. Bases fisiológicas de la diferenciación y morfogénesis en células y tejidos vegetales. Técnicas de selección vegetal: logros y limitaciones. Aportaciones de la Biotecnología Vegetal a la mejora genética de plantas.

Tema 2: Organización y técnicas de cultivo de células y tejidos. Biología de las células cultivadas in vitro. Alteraciones en célula y tejidos debidas al cultivo in vitro.

Tema 3: Consecuencias del cultivo de tejidos: variabilidad e inestabilidad. Variación somaclonal. Micropropagación vegetal. Ventajas e inconvenientes. Semillas sintéticas.

Tema 4: Obtención de plantas libres de enfermedades. Rescate de embriones. Aplicaciones prácticas del cultivo de embriones. Interés para la mejora vegetal.

Tema 5: Producción de individuos haploides. Aplicaciones. Protoplastos vegetales. Hibridación somática. Fusógenos químicos y físicos.

Tema 6: Producción de metabolitos secundarios. Biotransformaciones. Síntesis multienzimáticas. Ingeniería genética para la producción de metabolitos secundarios. Las plantas como biofactorías. Producción de planticuerpos y vacunas.

Tema 7: Conservación de material genético vegetal y bancos de ADN. El genoma vegetal. Marcadores moleculares en plantas. Genómica, proteómica y metabolómica vegetal.

Tema 8: Obtención de plantas transgénicas. Transformación de cloroplastos y mitocondrias. Aplicaciones de la ingeniería genética vegetal a la mejora de la calidad de productos vegetales. Alimentos transgénicos de origen vegetal.

Tema 9: Resistencia a factores bióticos y abióticos. Situación actual de los cultivos transgénicos. Implicaciones sociales y medioambientales de la Biotecnología Vegetal.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

*Seminario y exposición de trabajos (0,072ECTS/ 1,80h)*

Se proponen los siguientes seminarios a escoger entre los alumnos:

Aplicaciones de la hibridación somática.  
Implicaciones mediambientales de las plantas transgénicas  
Seminario de libre elección del alumno.

*Tutorías en grupos reducidos (colectivas) (0,072ECTS/1,80hs)*

Preparación de los equipos de trabajo para los seminarios.  
Técnicas y especies usadas para la hibridación somática.  
Técnicas usadas para la regeneración de plantas transgénicas.

*Prácticas de Laboratorio (0,4 ECTS/10 hs)*

**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 naranja.

**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

### Fundamental:

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

### 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.agbiotech.net.com/main.asp/>



## METODOLOGÍA DOCENTE

*Clases de teoría y problemas (CG2, CG3, CG4, CG5, CE12, CE15):* Clases magistrales con soporte de TICs, complementadas con discusiones con los estudiantes, donde se explican los conceptos básicos de la asignatura y se aplican dichos conocimientos a la solución de problemas.

*Clases prácticas de laboratorio (CE18, CE23):* Clases prácticas que abordan diversos aspectos del trabajo en un laboratorio de Biotecnología Vegetal,

*Tutorías colectivas (CG3, CG4):* Se utilizarán para completar parte del temario que requiera resolver problemas o una mayor participación del estudiante en la discusión del tema.

*Seminarios (exposición de trabajos) (CB2, CB3, CB4):* Clases reducidas en las que los estudiantes presentan y discuten sobre contenidos del programa teórico propuestos por el profesor. Para desarrollar esta actividad, los estudiantes deberán trabajar previamente de forma individual y, después, en grupo para su presentación al profesor (aprox. 10 miembros, según el número total de matriculados). Estas actividades servirán para fomentar que el estudiante desarrolle la capacidad de aprendizaje autónomo, se habitúe a consultar la bibliografía recomendada y trabaje los conceptos de la asignatura. La preparación en grupo y defensa de las exposiciones (mediante presentaciones en PowerPoint o equivalente) desarrolla las habilidades de trabajo en equipo y de comunicación. Además, al profesor le permite comprobar si los alumnos van asimilando los contenidos de la asignatura antes de realizar los exámenes parciales.

*Estudio y trabajo autónomo del estudiante (CB5, CG3, CG4):* Búsqueda de documentación mediante la bibliografía recomendada; resolución de problemas; estudio y asimilación de los conceptos básicos de la materia.

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Semestre 6º	Tem a	ACTIVIDADES PRESENCIALES						ACTIVIDADES NO PRESENCIALES		
		Teoría (horas)	Prácticas (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Exposición de trabajos (horas)	Exámenes (horas)	Contenidos	Estudio de teoría y proble mas (horas)	Preparación y estudio de las prácticas (horas)	Preparaci ón de trabajos (horas)
SEMANA 1 13-17 febrer o	1	3	-	-	-	-	Situación actual de la Biotecnología Vegetal. Bases fisiológicas. Selección Vegetal. Aportaciones de la Biotecnología Vegetal a la mejora genética de plantas.	3	-	-



SEMANA 2 20 -24 febrero	2	3	-	-	-	-	Organización y técnicas de cultivo de células y tejidos. La biología de las células cultivadas in vitro. Alteraciones en célula y tejidos debidas al cultivo in vitro.	3	-	-
SEMANA 3 1-3 marzo	3	3	-	-	-	-	Consecuencias del cultivo de tejidos Variación somaclonal. Micropropagación vegetal. Ventajas e inconvenientes. Semillas sintéticas..	3	-	-
SEMANA 4 6-10 marzo	4	3	-	-	-	-	Plantas libres de enfermedades Rescate de embriones. Aplicaciones prácticas del cultivo de embriones. Interés para la mejora vegetal.	3		
SEMANA 5 13-17 marzo	5	3	-	-	-	-	Producción de individuos haploides. Aplicaciones.	3		
SEMANA 6 20- 24 marzo	5	3	10	1	1	3.25	Protoplastos vegetales. Hibridación somática. Fusógenos químicos y físicos. Prácticas de Laboratorio Prueba Temas 1-5 (20 marzo: 12-14h)	10	10	5
SEMANA 7 27-31 marzo	6	3		0,8	0,8		Producción de metabolitos secundarios. Biotransformaciones. Síntesis multienzimáticas. Ingeniería genética para la producción	10		5



							de metabolitos secundarios.			
SEMANA 8 3-7 abril	6	3					Las plantas como biofactorías. Producción de planticuerpos y vacunas	3		
SEMANA 9 18-21 abril	7	3					Conservación de material genético vegetal y bancos de ADN. El genoma vegetal.	3		
SEMANA 10 24-28 abril	7	3					Marcadores moleculares en plantas. Genómica, proteómica y metabolómica vegetal.	3		
SEMANA 11 2-5 mayo	8	4					Obtención de plantas transgénicas. Transformación de cloroplastos y mitocondrias.	3		
SEMANA 12 8-12 mayo	8	3					Aplicaciones de la ingeniería genética vegetal a la mejora de la calidad de productos vegetales. Alimentos transgénicos de origen vegetal.	3		
SEMANA 13 15-19 mayo	9						Resistencia a factores bióticos y abióticos. Situación actual de los cultivos transgénicos. Implicaciones sociales y medioambientales de la Biotecnología Vegetal. Visita Centro Investigación	10		
SEMANA 14 22-26 mayo								10		



SEMANA 15 29mayo-2 junio						3.25	Prueba Temas 6-9 (29 mayo: 16-19h)			
SEMANA 16 5j unio-9 junio										
<b>Total hs</b>		<b>40</b>	<b>10</b>	<b>1,80</b>	<b>1,80</b>	<b>6,50</b>		<b>70</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

## EVALUACIÓN

**Evaluación continua por curso (evaluación ordinaria):** La calificación del estudiante (0 a 10 puntos) resultará de la evaluación de las diferentes partes de la asignatura, en la que la parte teórica supondrá 7.0 puntos, la parte práctica 1.5 puntos y la exposición de seminarios o trabajos y la participación en clase 1.5 puntos. En cualquier caso, para poder sumar la puntuación correspondiente a prácticas y seminario, la calificación de los exámenes de teoría deberá ser igual o superior a 5 sobre 10.

- Evaluación de los contenidos teóricos, 70% **(CG2, CG3, CG4, CG5, CE12, CE15)**: Se realizarán 2 exámenes parciales (pruebas de respuesta múltiple, conceptos y preguntas cortas).
- Evaluación de los seminarios (exposición de trabajos) y participación en clase 15% **(CB2, CB3, CB4)**: Se evaluarán conocimientos, capacidad de comunicación, claridad de la presentación, asistencia a clases teóricas y participación activa, bibliografía utilizada, actitud crítica, etc..
- Evaluación de las prácticas de laboratorio, 15% **(CE18, CE2)**: La asistencia a las clases prácticas es obligatoria. Se evaluarán mediante la realización de un examen escrito y la valoración de la actitud y actividad del estudiante, así como los resultados obtenidos en el laboratorio mediante la presentación y evaluación del correspondiente manual de prácticas de Biotecnología Vegetal.

**Evaluación extraordinaria:** Aquellos estudiantes que no hayan superado la asignatura por curso, podrán ser evaluados mediante un examen extraordinario de los contenidos teóricos **(CG2, CG3, CG4, CG5, CE12, CE15)**; y prácticos **CE18, CE2)**: Téngase en cuenta que la nota de este examen se multiplicará por 0,70. El 0,35 restante se corresponde con la valoración de los seminarios que han sido evaluados durante el curso, la evaluación de la actividad en prácticas y la participación activa en clases de teoría **(CB2, CB3, CB4)**

**Evaluación única final:** Los alumnos que lo deseen y según la normativa vigente en la Universidad de Granada podrán acogerse a una evaluación única final, realizando un examen de los contenidos teóricos **(CG2, CG3, CG4, CG5, CE12, CE15)**: 7.0 puntos sobre 10 y prácticos **(CE18, CE2)**: 1.5 puntos sobre 10), correspondiendo el punto y medio restantes a la calificación obtenida en la evaluación del seminario y la participación activa en clase de teoría **(CB2, CB3, CB4)**.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

