



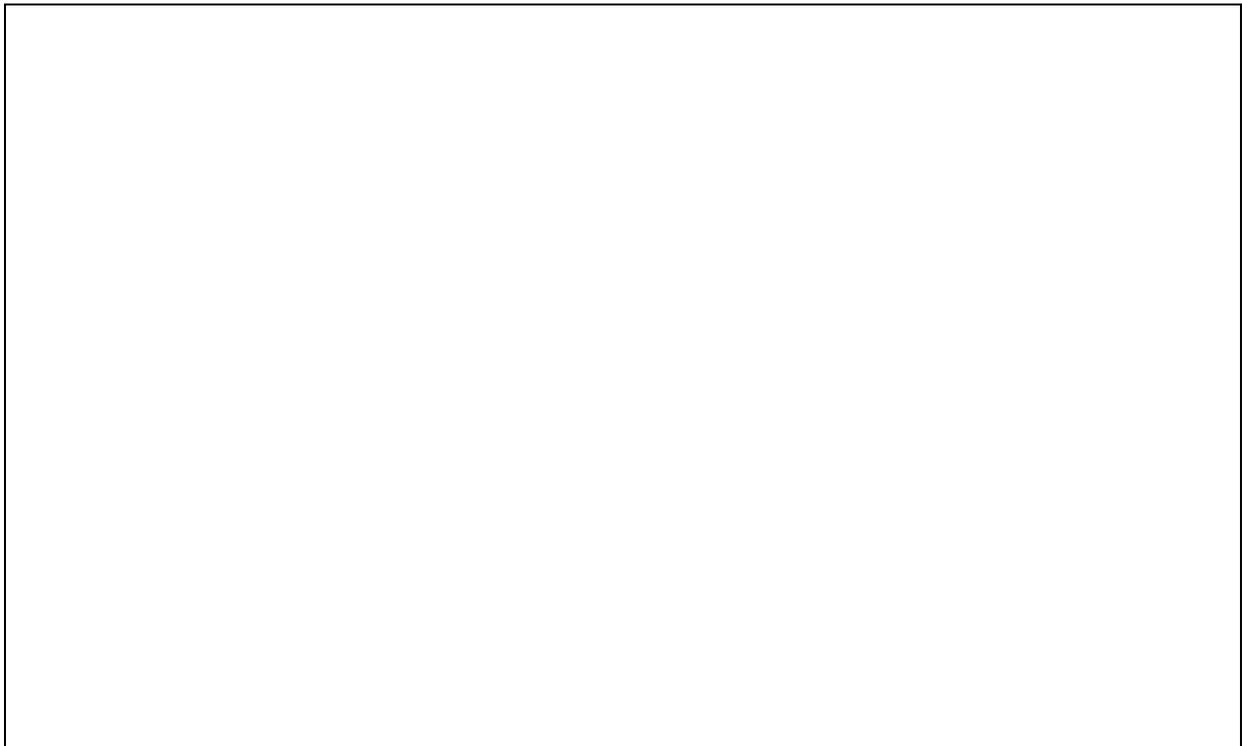
*Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica*

*UPCT*



**Técnicas avanzadas de cultivo *in vitro*: micropropagación y producción de compuestos con interés industrial**

**(Advanced techniques in *in vitro* plant culture: micropropagation and production of valuable compounds)**



**Titulación:**

**Máster Universitario en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario** (Master in advanced techniques in agricultural and food research and development)

**Master Universitario en Ingeniería Agronómica**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Técnicas avanzadas de cultivo <i>in vitro</i> : micropropagación y producción de compuestos con interés industrial				
<b>Materia*</b>	Biotecnología Agroalimentaria				
<b>Módulo*</b>	Asignaturas optativas				
<b>Código</b>	203102001/229102010				
<b>Titulación</b>	Máster en técnicas avanzadas en investigación y desarrollo agrario y alimentario Master Universitario en Ingeniería Agronómica				
<b>Plan de estudios</b>	2009/2010 según RD 1393/2007				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica				
<b>Tipo</b>	Optativa				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	C1	<b>Curso</b>	1º/2º
<b>Idioma</b>	Castellano. Cuando así se requiera, las explicaciones se impartirán también en inglés. Los materiales docentes están disponibles en inglés y en castellano.				
<b>ECTS</b>	4	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	120

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Antonio A. Calderón		
<b>Departamento</b>	Ciencia y Tecnología Agraria		
<b>Área de conocimiento</b>	Fisiología Vegetal		
<b>Ubicación del despacho</b>	2.17. 2ª Planta ETSIA		
<b>Teléfono</b>	968325542	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	antonio.calderon@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/~etsia/">http://www.upct.es/~etsia/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Actualizadas en el Aula virtual al inicio del curso académico		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 2.17. ETSIA		

<b>Titulación</b>	Lcdo. en CC Químicas y Dr. en CC Biológicas.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	5
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Mecanismos de tolerancia al estrés en plantas Medida de biomarcadores del estrés en plantas Obtención de compuestos bioactivos mediante cultivo <i>in vitro</i> Conservación de especies mediante técnicas biotecnológicas
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	4
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente

<b>Profesor responsable</b>	M <sup>a</sup> Ángeles Ferrer Ayala		
<b>Departamento</b>	Ciencia y Tecnología Agraria		
<b>Área de conocimiento</b>	Fisiología Vegetal		
<b>Ubicación del despacho</b>	2.19. 2ª Planta ETSIA		
<b>Teléfono</b>	968 325535	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:mangeles.ferrer@upct.es">mangeles.ferrer@upct.es</a>		

<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.etsia.upct.es">http://www.etsia.upct.es</a>
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Actualizadas en el Aula virtual al inicio del curso académico
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 2.19. ETSIA

<b>Titulación</b>	Lcda y Dra. en CC Biológicas.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2000
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	5
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Mecanismos de tolerancia al estrés en plantas Medida de biomarcadores del estrés en plantas Obtención de compuestos bioactivos mediante cultivo <i>in vitro</i> Conservación de especies mediante técnicas biotecnológicas
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente

<b>Profesor</b>	José E. Cos Terror		
<b>Departamento</b>	Hortofruticultura (IMIDA)		
<b>Área de conocimiento</b>			
<b>Ubicación del despacho</b>	Dpto. Hortofruticultura. Pabellón F, IMIDA		
<b>Teléfono</b>	968 366762	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	josee.cos@carm.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://taidaa.upct.es/profesorado_master.php">http://taidaa.upct.es/profesorado_master.php</a> <a href="http://www.upct.es/-etsia/">http://www.upct.es/-etsia/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Previa cita por e-mail/consultar página web		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Dpto. Hortofruticultura. IMIDA		

<b>Profesor</b>	Lorena Almagro Romero
<b>Departamento</b>	Biología Vegetal (Universidad de Murcia)
<b>Área de conocimiento</b>	Fisiología Vegetal
<b>Ubicación del despacho</b>	Dpto. Biología Vegetal (Universidad de Murcia)

<b>Teléfono</b>	868 884 904	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	Lorena.almagro@um.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://taidaa.upct.es/profesorado_master.php">http://taidaa.upct.es/profesorado_master.php</a> <a href="http://www.upct.es/~etsia/">http://www.upct.es/~etsia/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Previa cita por e-mail/consultar página web		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Dpto. Biología Vegetal (Universidad de Murcia)		

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

El cultivo *in vitro* de material vegetal constituye una herramienta de gran importancia y amplio uso en el ámbito de la Biología Vegetal. El conjunto de técnicas que comprende esta disciplina ha sido tradicionalmente incluido dentro de la denominada Biotecnología Celular, o clásica. Precisamente, ese carácter biotecnológico determina que, aparte de en ciencia básica, el cultivo *in vitro* tenga numerosas aplicaciones comerciales relacionadas con los sectores agrario y alimentario, como, por ejemplo, en la mejora genética, la producción de plantas, la conservación de germoplasma, o la producción de compuestos con interés industrial por su actividad biológica o de otra naturaleza. Es de suma importancia, por lo tanto, conocer las últimas tendencias y avances en el campo del cultivo *in vitro* de material vegetal para poder aplicarlos a la generación de conocimiento y hacer posible su transferencia al sector productivo.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El objetivo principal de esta asignatura es dar a conocer las técnicas existentes de cultivo *in vitro* de células, tejidos y órganos vegetales y cómo se modifican y adaptan para conseguir aumentar la rentabilidad de los procesos de producción industrial basados en ellas. Además, se pretende que los alumnos conozcan la situación actual del mercado de este tipo de productos y sus perspectivas futuras.

Se pretende, asimismo, que el alumno se familiarice con la manipulación de tejidos vegetales en condiciones de asepsia y lleve a cabo algunas de las operaciones básicas frecuentemente utilizadas en instalaciones dedicadas a la explotación comercial de este tipo de técnicas.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura "Técnicas avanzadas de cultivo *in vitro*: micropropagación y producción de compuestos con interés industrial" se imparte en el primer cuatrimestre del Curso Académico, enmarcada en el segundo módulo "BIOTECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA", del programa de Master Universitario de Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable que el alumno tenga buenos fundamentos en Biología y en Fisiología Vegetal.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

La Normativa de Evaluación de la UPCT, en su artículo 6 ([https://www.upct.es/contenido/estudios\\_postgrado/programas\\_posgrado/Normativa\\_evaluacion\\_CG.pdf](https://www.upct.es/contenido/estudios_postgrado/programas_posgrado/Normativa_evaluacion_CG.pdf)) reza que se “podrán establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios”.

En consecuencia, se adoptarán medidas especiales que permitan la integración de aquellos alumnos que tienen que simultanear los estudios con el trabajo. En concreto, se formarán grupos de trabajo/aprendizaje cooperativo de alumnos con disponibilidad limitada, fomentándose el seguimiento del aprendizaje mediante la programación de tutorías de grupo y planificación y entrega de actividades a través del Aula Virtual. En los casos en los que no sea posible esta integración, se hará una prueba final de carácter global según el Artículo 5, Apartado 4) del Reglamento de pruebas de evaluación.

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG1. Conocer el campo de estudio en el que se desarrollan la investigación y el desarrollo agrario y alimentario y las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

CG4. Ser capaz de realizar un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el ámbito agroalimentario.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CE1. Sintetizar los conocimientos previos, junto con los adquiridos en la materia, para poder desenvolverse en contextos agroalimentarios en los que hay poca información específica.

CE3. Demostrar un cierto grado de formación científica y técnica para poder iniciar una actividad investigadora en el ámbito de la agroalimentación.

CE4. Demostrar un cierto grado de comprensión de los conceptos, principios y teorías relacionadas con las asignaturas elegidas del programa del máster.

Interpretar, discutir críticamente y transmitir oralmente artículos de investigación sobre el tema.

Detectar errores de diseño y buscar soluciones a los mismos en instalaciones dedicadas al cultivo in vitro de material vegetal.

Dominar las técnicas de manipulación empleadas en el cultivo in vitro de material vegetal con el fin de multiplicarlo, conservarlo y obtener metabolitos de interés industrial.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT1. Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz.

CT4. Utilizar con solvencia los recursos de información.

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

1.1.- Conocer los factores que determinan las respuestas del material vegetal cultivado in vitro y la forma de modificarlos.

1.2.- Analizar, explicar y discutir las características de instalaciones y procesos dedicados al cultivo in vitro.

1.3.- Proponer procesos nuevos, o mejoras de los existentes, para optimizar y rentabilizar la producción de plantas y/o la producción de metabolitos por material cultivado in vitro.

\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Revisión de metodologías existentes y análisis de las tendencias actuales en la aplicación de técnicas de cultivo *in vitro* de material vegetal para su propagación, conservación y obtención de productos con alto valor añadido.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### Unidad didáctica 1: Introducción y requerimientos (4 horas)

- T1. Introducción.
- T2. Instalaciones y equipamiento de un laboratorio de micropropagación.
- T3. Trabajo en condiciones asépticas.

#### Unidad didáctica 2: Micropropagación: métodos, limitaciones y aplicaciones (16 horas)

- T4. Etapas de la micropropagación.
- T5. Métodos de multiplicación.
- T6. Automatización y cultivo a gran escala.
- T7. Limitaciones de la micropropagación vegetal
- T8. Problemas durante el establecimiento y cultivo. Contaminación. Reacciones hipersensibles. Hiperhidricidad. Heterotrofia. Problemas tras la transferencia a condiciones *ex vitro*.
- T9. Aplicaciones de las técnicas de micropropagación. Aplicaciones generales. Producción de plantas ornamentales. Producción de especies hortícolas y agrícolas. Producción de especies forestales. Impacto económico de la micropropagación. Principales productores y mercado de plantas micropropagadas.

#### Unidad didáctica 3: Potencial biosintético de las plantas (10 h)

- T10. Introducción al estudio del potencial biosintético de las plantas. Aprovechamiento industrial.
- T11. Cultivo *in vitro* de células, tejidos y órganos vegetales.
- T12. Técnicas especiales de producción: Adición de precursores. Biotransformación. Elicitación. Cultivos mixtos.
- T13. Cultivos a escala industrial: Tipos de biorreactores. Operación con biorreactores.
- T14. Aplicaciones: Obtención de colorantes. Obtención de antioxidantes. Obtención de productos de interés farmacéutico. Producción de compuestos con actividad biocida. Obtención de biopolímeros. Obtención de proteínas. Anticuerpos.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Resolución de ejercicios y supuestos prácticos.

**Práctica 1 (P1).** Construcción de un biorreactor destinado a la micropropagación de material vegetal y seguimiento de los cultivos (4 h).

**Práctica 2 (P2).** Elicitación de cultivos celulares y análisis de la producción de compuestos bioactivos (4 h).

**Práctica 3 (P3).** Establecimiento de cultivos de raíces para la producción de metabolitos secundarios (2 h).

## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

#### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

##### Unit 1: Introduction and requeriments

- C1. Introduction
- C2. Facilities and equipment in a micropropagation laboratory
- C3. Aseptic work conditions

##### Unit 2: Micropropagation: methods, limitacions and aplicacions

- C4. Micropropagation steps
- C5. Multiplication methods
- C6. Automation and large-scale cultures
- C7. Plant micropropagation limitations
- C8. Common problems associated with micropropagation
- C9. Applications

##### Unit 3: Biosynthetic potential of plants

- C10. Introduction to the study of the plant's biosynthetic potential
- C11. *In vitro* culture of plant cells, tissues and organs
- C12. Special productions techniques: addition of precursors, elicitation, biotransformation, mixed cultures
- C13. Industrial scale cultures
- C14. Applications

#### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

El objetivo principal de esta asignatura es dar a conocer las técnicas existentes de cultivo *in vitro* de células, tejidos y órganos vegetales y cómo se modifican y adaptan para conseguir aumentar la rentabilidad de los procesos de producción industrial basados en ellas. Además, se pretende que los alumnos conozcan la situación actual del mercado de este tipo de productos y sus perspectivas futuras.

Por dicho motivo, en la UD1 se explica el tipo de instalaciones/requerimientos necesarios para este tipo de técnicas. En la UD2 y UD3 se exponen las operaciones básicas frecuentemente utilizadas en instalaciones dedicadas a la explotación comercial.

Los objetivos que se persiguen son:

Interpretar, discutir críticamente y transmitir oralmente artículos de investigación sobre el tema.

Detectar errores de diseño y buscar soluciones a los mismos en instalaciones dedicadas al cultivo in vitro de material vegetal.

Dominar las técnicas de manipulación empleadas en el cultivo in vitro de material vegetal con el fin de multiplicarlo, conservarlo y obtener metabolitos de interés industrial.

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría	Clase expositiva intercalando técnicas de aprendizaje cooperativo informal. Resolución de dudas planteadas por los alumnos.	Presencial: Toma de apuntes. Planteamiento de dudas	30
		No presencial: Estudio de la materia	40
Prácticas de laboratorio	Se realizarán experiencias prácticas con el fin de potenciar destrezas científico-técnicas. Observación directa del desempeño.	Presencial: Asistencia a clases prácticas. Seguimiento y manejo de equipos. Recogida de datos. Dar respuesta al problema inicial planteado.	10
		No presencial: Elaboración del informe de siguiendo los criterios de calidad establecidos (rúbrica). Búsqueda de bibliografía.	16
Tutorías	Resolución de dudas y explicaciones adicionales a las expuestas en clase. Seguimiento del trabajo oral propuesto.	Presencial: Resolución de dudas	3
		No presencial:	
Exposición oral	Evaluar el grado de complejidad del tema, la crítica y la exposición realizada por el alumno	Presencial: Exposición del trabajo. Corrección de las exposiciones de otros compañeros según la rúbrica proporcionada	0,5
		No presencial: Preparación de la exposición. Búsqueda del tema.	15,5
Evaluación formativa	Realización de cuestionarios de respuesta breve para la evaluación continua del aprendizaje. Breve exposición/debate de un artículo científico	Presencial: Resolución de breves cuestionarios en clase. Corrección de trabajos de otros compañeros	3
		No presencial:	
Evaluación sumativa	Evaluación escrita (examen oficial).	Presencial: Asistencia al examen final oficial	2
		No presencial:	
			120



## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita	x		20 cuestiones tipo test 2 cuestiones a desarrollar. Se evalúan principalmente los conceptos teóricos	0-45%	1- 5
Evaluación del informe de prácticas	x	x	El informe de prácticas se evaluará según los criterios establecidos en la rúbrica correspondiente.	0-20%	2,3
Exposición oral	x	x	La exposición se evaluará según los criterios establecidos en la rúbrica correspondiente	50%	2-5
Informe de autoevaluación. Informe de evaluación de compañeros	x		Se pedirá a los alumnos que realicen un informe de autoevaluación de su exposición oral. Asimismo, se les pedirá que evalúen la exposición oral de todos sus compañeros	5%	2-5
Evaluación formativa		x	Realización de actividades de corta duración en clase (individual o por parejas). Corrección de los borradores de los trabajos		2-5

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante:

- 1) Cuestiones planteadas en clases y actividades de AC informal
- 2) Supervisión de los entregables
- 3) Tutorías grupales
- 4) Ejercicios de autoevaluación

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica \*

#### Para todas las Unidades Didácticas:

- Agricultural Biotechnology (1998). Altman, A. (ed). Marcel Dekker, Inc. Nueva York.

#### Unidad didáctica 2: Micropropagación: métodos, limitaciones y aplicaciones

- Micropropagation.-Technology and Application (1993). Debergh, P.C. y Zimmerman, R.H. (eds). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Plant Cell Culture essential methods (2010). Davey, M.R. y Anthony, P. (eds). Wiley-Blackwell. Chichester.
- Plant Cell Culture Protocols, 2ª edición (2006). Loyola-Vargas, V.M. y Vázquez-Flota, F. (eds). Humana Press. Totowa
- Photoautotrophic (sugar-free medium) Micropropagation as a new Micropropagation and Transplant Production System (2005). Kozai, T., Alfreem, F. y Zobayed, S.M.A. (eds). Springer. Dordrecht.

#### Unidad didáctica 3: Potencial biosintético de las plantas

- Functions of Plant Secondary Metabolites and their Exploitation in Biotechnology (1999). Wink, M. (ed). Sheffield Academic Press. Sheffield.
- Plant Tissue Culture Engineering (2006). Gupta, S.D. y Ibaraki, Y (eds). Springer. Dordrecht.
- 

### 8.2. Bibliografía complementaria \*

- Plant in vitro culture for the production of antioxidants — A review (2008). Matkowski, A. Biotechnology Advances 26: 548–560.
- Progress in tissue culture, genetic transformation and applications of biotechnology to trees: an overview (2004). Giri, C.C.; Shyamkumar, B.; Anjaneyulu, C. Trees 18: 115–135.
- Recent Advances in Plant Tissue Culture XIV. Secondary Metabolite Production (2010). Herman, E.B. Agritech Consultants. Mohegan Lake.
- Stress and aberrant phenotypes in *in vitro* culture. (2003). Joyce, S.M.; Cassells, A.C.; Mohan Jain, S. Plant, Cell, Tissue and Organ Culture 74: 103–121.
- Thin cell layer culture system. Regeneration and transformation applications (2003).

Tan Nuth, D., Van Le, B., Tran Thanh Van, K. y Thorpe, T. (eds). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- Aula virtual de la asignatura
- <http://plant-tc.cfans.umn.edu/listserv/>