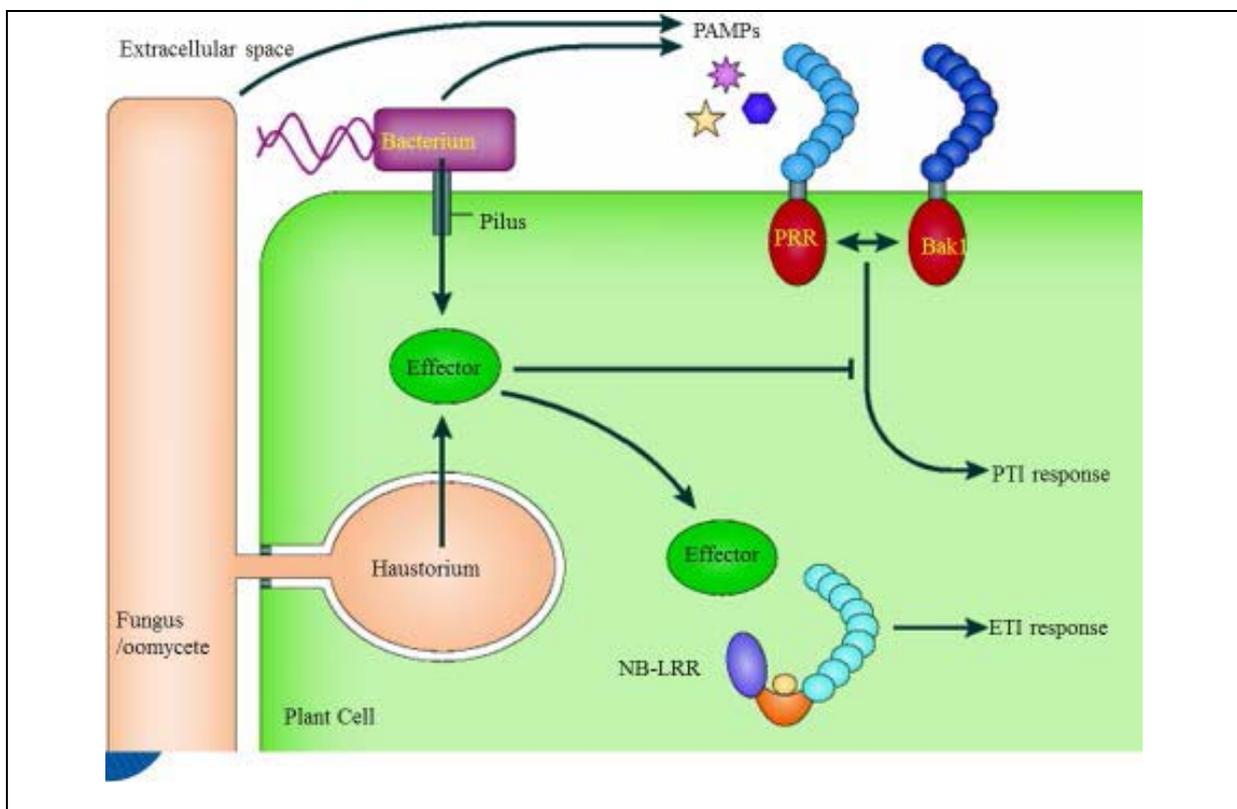




La defensa vegetal. Herramientas biotecnológicas para la obtención de plantas resistentes  
(Plant defence. Biotechnological tools to obtain disease-resistant plants)



Titulación: Máster Universitario en Ingeniería Agronómica



## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	La defensa vegetal. Herramientas biotecnológicas para la obtención de plantas resistentes				
<b>Materia*</b>	La defensa vegetal. Herramientas biotecnológicas para la obtención de plantas resistentes				
<b>Módulo*</b>	Biotecnología Agroalimentaria				
<b>Código</b>	203102002/229102011				
<b>Titulación</b>	Máster en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario				
<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>	1º	<b>Curso</b>	1º/2º
<b>Idioma</b>	Castellano e Inglés (para Erasmus)				
<b>ECTS</b>	4	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	120

\* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento 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>	<b>Catalina Egea Gilabert</b>		
<b>Departamento</b>	Ciencia y Tecnología Agraria		
<b>Área de conocimiento</b>	Fisiología Vegetal		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 2.18 (2ª planta ETSIA)		
<b>Teléfono</b>	968 32 55 20	<b>Fax</b>	968 325435
<b>Correo electrónico</b>	catalina.egea@upct.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/~dcta/">http://www.upct.es/~dcta/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Previa cita por e-mail		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 2.18 (2ª planta ETSIA)		

<b>Titulación</b>	Lcda. en Química (Universidad de Murcia) Dra. en Bioquímica (Universidad de Murcia) Post-doctoral Fellow (University of Nottingham, U.K.)
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Catedrática 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>	Caracterización molecular de recursos fitogenéticos. Interacción planta-patógeno y control biológico de patógenos. Inducción de estreses en plantas para aumentar su calidad nutricional.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	4
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

<b>Profesor</b>	<b>Jose Antonio Pascual Valero</b>		
<b>Departamento</b>	Conservación de suelos y agua y manejo de residuos orgánicos		
<b>Área de conocimiento</b>	Enzimología y Biorremediación de Suelos y Residuos Orgánicos		
<b>Ubicación del despacho</b>	CEBAS, Campus de Espinardo 30100 Murcia		
<b>Teléfono</b>	968396339	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	jpascual@cebas.csic.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.cebas.csic.es/dep_spain/suelos/biorremediaci%C3%B3n/biorremediaci%C3%B3n_lineas.html">http://www.cebas.csic.es/dep_spain/suelos/biorremediaci%C3%B3n/biorremediaci%C3%B3n_lineas.html</a>		



<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Previa cita a través del correo electrónico
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	CEBAS

<b>Titulación</b>	Lcdo. en Biología (Universidad de Murcia) Dr. en Biología (Universidad de Murcia)
<b>Vinculación con la UPCT</b>	INVESTIGADOR CINETIFICO CSIC, 2008
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Obtención de Bioenmendantes Orgánicos para su uso en Agricultura y en Recuperación de Suelos
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	4
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

Desde que el hombre empezó a "domesticar" las plantas mediante el uso de la agricultura, se han conseguido numerosos avances en el control de las enfermedades vegetales. Así, la necesidad de usar cada vez menos plaguicidas para hacer la agricultura mas sostenible ha hecho que las investigaciones en este campo se centren en los mecanismos de inducción de resistencia que desarrollan las plantas frente a un ataque patogénico. Por ello, se propone el presente curso que permite al alumno tener una visión generalizada de la compleja interacción que se produce entre plantas y patógenos.

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

Esta asignatura será de enorme interés para aquellos alumnos que centren sus investigaciones en el mejoramiento genético vegetal en busca de variedades resistentes, en el control biológico de enfermedades, en la búsqueda de productos naturales con efectos antipatogénicos, etc.

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

Muchas de las técnicas relacionadas con la obtención de plantas resistentes que se aportan en esta asignatura se desarrollan con más detalle en las asignaturas de "Técnicas avanzadas de cultivo in vitro: micropropagación y producción de compuestos con interés industrial", "Técnicas de Biología Celular y Molecular" y "Herramientas de genómica en investigación".

#### 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 amplios conocimientos de Fisiología Vegetal, Biología y Genética.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

En caso de alumnos que requieran algún tipo de medida especial que pueda afectarles en el desarrollo de la asignatura, estos deben comunicarlo al profesor responsable al comienzo 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. Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de 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.

Encontrar soluciones para el control de enfermedades en cultivos.

### 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 la información.

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

- 1.- Identificar la terminología de la asignatura.
- 2.- Describir los mecanismos generales de acción de los diferentes patógenos vegetales.
- 3.- Diferenciar entre defensa vegetal pasiva e inducida.
- 4.- Explicar en qué consisten los mecanismos de defensa estructural en plantas.
- 5.- Explicar en qué consisten los mecanismos de defensa bioquímica en plantas.
- 6.- Identificar las bases genéticas de la interacción planta-patógeno.
- 7.- Distinguir entre los diferentes tipos de resistencias sistémicas.
- 8.- Listar las técnicas de inducción de resistencia en plantas.

\*\* 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

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- PATÓGENOS
- 3.- MECANISMOS DE DEFENSA
- 4.- BASES GENÉTICA Y MOLECULAR DE LA INTERACCIÓN PLANTA-PATÓGENO
- 5.- RESISTENCIAS SISTÉMICAS
- 6.-: INDUCCIÓN DE RESISTENCIA EN PLANTAS

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

#### Unidad didáctica 1: INTRODUCCIÓN

- 1.1.- Introducción. Anatomía vegetal. Fisiología vegetal.
- 1.2.- Definiciones y conceptos. Patógeno, hospedador, elicitor, resistencia, susceptibilidad, inmunidad, virulencia y avirulencia. Interacción planta-patógeno: compatible e incompatible.

#### Unidad didáctica 2: PATÓGENOS

- 2.1.- Patógenos. Tipos de patógenos: virus, bacterias, hongos, nematodos, insectos, plantas parásitas. Formas de invasión. Fuerzas mecánicas. Armas químicas.

#### Unidad didáctica 3: MECANISMOS DE DEFENSA

- 3.1.- Defensa pasiva.
- 3.2.- Defensa activa.

#### Unidad didáctica 4: BASES GENÉTICA Y MOLECULAR DE LA INTERACCIÓN PLANTA-PATÓGENO

- 4.1.- Resistencia monogénica–oligogénica/poligénica. Resistencia general y resistencia específica. Resistencias vertical y horizontal. Relación gen a gen. Genes de resistencia.

#### Unidad didáctica 5: RESISTENCIAS SISTÉMICAS. Señalización de la defensa

- 5.1.- Resistencia sistémica adquirida.
- 5.2.- Resistencia sistémica inducida.

#### Unidad didáctica 6: INDUCCIÓN DE RESISTENCIA EN PLANTAS

- 6.1.- Herramientas biotecnológicas para inducir resistencias en plantas.
- 6.2.- Inducción Microbiológica. Aplicación tópica de inductores.
- 6.3.- Integración de la resistencia inducida en la producción vegetal.

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

#### 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

1.1.- INTRODUCTION. Plant anatomy. Plant physiology.

1.2.- DEFINITIONS AND CONCEPTS. Pathogen, host, elicitor, resistance, susceptibility, immunity, virulence and avirulence. Plant-pathogen interaction, compatible and incompatible.

### Unit 2.- PATHOGENS

2.1.- Types of pathogens: viruses, bacteria, fungi, nematodes, insects, parasitic plants. Mechanism of invasion.

### Unit 3.- PLANT DEFENCE SYSTEMS

3.1.- Passive defence.

3.2. Active defence.

### Unit 4.- GENETICS AND MOLECULAR BASES OF PLANT-PATHOGEN INTERACTION

4.1.- Monogenic/oligogenic/polygenic resistance. General resistance and specific resistance. Vertical and horizontal resistance. Resistance genes.

### Unit 5.- SYSTEMIC RESISTANCE. SIGNALLING OF THE DEFENCE.

5.1.- Systemic acquired resistance.

5.2.- Induced systemic resistance.

### Unit 6.- INDUCTION OF RESISTANCE IN PLANTS

6.1.- Biotechnological tools to induce resistance in plants.

6.2.-Microbial induction. Topical application of inducers.

6.3.-Integration of induced resistance in crop production.

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

### Unidad didáctica 1: INTRODUCCIÓN

- Conocer la terminología de la asignatura.

### Unidad didáctica 2: PATÓGENOS

- Describir los mecanismos generales de acción de los diferentes patógenos vegetales.

### Unidad didáctica 3: MECANISMOS DE DEFENSA

- Diferenciar entre defensa vegetal pasiva e inducida.

- Explicar en qué consisten los mecanismos de defensa estructural en plantas.

- Explicar en qué consisten los mecanismos de defensa bioquímica en plantas.

### Unidad didáctica 4: BASES GENÉTICA Y MOLECULAR DE LA INTERACCIÓN PLANTA-PATÓGENO

- Identificar las bases genéticas de la interacción planta-patógeno.

### Unidad didáctica 5: RESISTENCIAS SISTÉMICAS. SEÑALIZACIÓN DE LA RESISTENCIA.

- Distinguir entre los diferentes tipos de resistencias sistémicas.

### Unidad didáctica 6: INDUCCIÓN DE RESISTENCIA EN PLANTAS

- Conocer las técnicas biotecnológicas y convencionales de inducción de resistencia en plantas.



## 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	55
Trabajo cooperativo	Formación de grupos de trabajo para elaborar un informe de un tema de interés. Realización de mapas conceptuales, resúmenes. Resolver dudas planteadas en clase. Discutir y analizar un artículo de investigación	Presencial: Formación de grupos, distribución de los temas elegidos y planificación del trabajo. Exposición del trabajo	6
		No presencial: Búsqueda de información. Elaboración del informe, resumen o mapa conceptual. Preparación de la presentación	18
Tutorías	Resolución de dudas y explicaciones adicionales	Presencial: Planteamiento de dudas	4
		No presencial: Planteamiento de dudas por vía electrónica	4
Evaluación	Evaluación escrita (Examen oficial)	Presencial: Asistencia al examen	3
		No presencial:	
			120



## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	x	x	x	x	x	x				
Trabajo cooperativo	x	x	x	x	x	x				
Tutorías	x	x	x	x	x	x				
Evaluación	x	x	x	x	x	x				



## 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 (50%) 2 preguntas de respuesta corta (50%)	50	1 a 6
Asistencia	x	X	Se tendrá en cuenta la participación del alumno en las clases	10	1 a 6
Evaluación Trabajos	x	x	Elaboración de trabajos individuales o en grupo y presentación oral de los mismos de 20 minutos	40	1 a 6

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)

--



## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Amen et al. (2010). Methyl salicylate production in tomato affects biotic interactions. *Plant Journal* 62: 124-134.
- Baldwin et al. (2002). Volatile signalling in plant-plant-herbivore interactions: what is real? *Current Opinion in Plant Biology* 5: 351-354.
- Barrios Perez & Brown (2014). The role of ROS signaling in cross-tolerance: from model to crop. *Frontiers in Plant Science* 5: 754.
- Berger (2002). Jasmonate-related mutants of Arabidopsis as tools for studying stress signalling. *Planta* 214: 497-504.
- Conrath et al. (2006). Priming: Getting Ready for Battle. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 10: 1062-1071.
- Dangl & Jones (2001). Plant pathogens and integrated defence responses to infection. *Nature* 411: 826-833.
- Dickinson & Beynon (2000). *Molecular Plant Pathology*. Dheffield Academic Press Ltd. (UK).
- Feys & Parker. (2000). Interplay of signalling pathways in plant disease resistance. *Trends in Genetics* 16: 449-455.
- Horbach et al. (2011). When and how to kill a plant cell: Infection strategies of plant pathogenic fungi. *Journal of Plant Physiology* 168: 51-62.
- Kunkel & Brooks (2002) Cross talk between signalling pathways in pathogen defense. *Current Opinion in Plant Biology* 5: 325-331.
- Lorenzo & Solano (2005). Molecular players regulating the jasmonate signalling network. *Current Opinion in Plant Biology* 8: 532-540.
- Luna et al. (2012). Next-Generation Systemic Acquired Resistance. *Plant Physiology* 158: 844-853.
- Malik (2011). GSNOR-mediated de-nitrosylation in the plant defence response. *Plant Science* 181: 540– 544.
- Mauch-Mani & Mauch (2005). The role of abscisic acid in plant-pathogen interactions. *Current Opinion in Plant Biology* 8: 409-414.
- Prell & Day (2001). *Plant fungal pathogen interaction*. Ed. Springer-Verlag, Berlin-New York.
- Torres (2010). ROS in biotic interactions. *Physiologia Plantarum* 138: 414-429.
- Vallad & Goodman (2004). Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture. *Crop Science* 44: 1920-1934.
- Van Loon et al. (2006). Ethylene as a modulator of disease resistance in plants. *Trends in Plant Science* 11: 184-191.
- Vlot et al. (2009). Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology* 47: 177-206.
- Vranova et al. (2002). Signal transduction during oxidative stress. *Journal of Experimental Botany* 53: 1227-1236.
- Walters et al. (2007). *Induced resistance for plant defence. A sustainable approach to crop protection*. Blackwell Publishing. Oxford (UK).
- Wiermer et al. (2005). Plant immunity: the EDS1 regulatory node. *Current Opinion in Plant Biology* 8: 383-389.
- Wulff & Moscou (2014). Strategies for transferring resistance into wheat: from wide crosses to GM cassettes. *Frontiers in Plant Science* 5: 692.



## 8.2. Bibliografía complementaria\*

Agrios (1998). Plant Pathology. 3rd Edition, Academic Press, Inc. (México).

Buchanan et al. (2015). Biochemistry & Molecular Biology of Plants. ASPP, Waldorf, MD (EEUU).

Pallás V et al. (2008). Herramientas biotecnológicas en Fitopatología. Ediciones Mundi Prensa. Madrid (España). (In Spanish).

Taiz et al. (2015). Plant Physiology and Development. 6th Edition, Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA (EEUU).

## 8.3. Recursos en red y otros recursos

<http://www.pathoplant.de/>

<http://www.genome.jp/kegg/pathway/ath/ath04626.html>

