

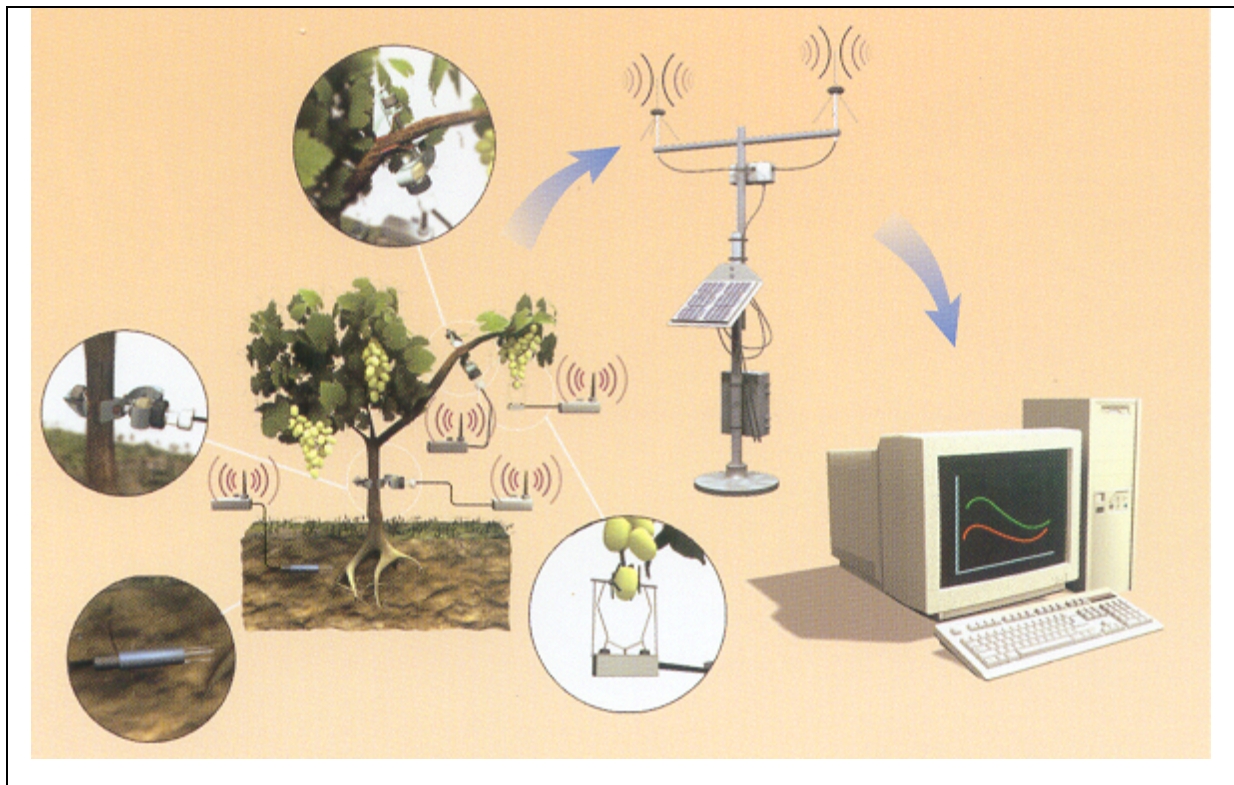


Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

UPCT



Monitorización de Sistemas Biológicos en Invernaderos **(Monitoring of Biological Systems in Greenhouses)**



Titulación: Máster Universitario en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario

1. Datos de la asignatura

Nombre	Monitorización de Sistemas Biológicos en Invernaderos (Monitoring of Biological Systems in Greenhouses)				
Materia*	Asignaturas optativas				
Módulo*	Tecnología e Ingeniería de la Producción Vegetal				
Código	203103009				
Titulación	Máster en Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (TAIDA)				
Plan de estudios	2009/2010 según RD 1393/2007				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	1º	Curso	1º
Idioma	Español				
ECTS	4	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	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

Profesor responsable	Bernardo Martín Górriz		
Departamento	Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola		
Área de conocimiento	Ingeniería Agroforestal		
Ubicación del despacho	Despacho 2,1. Segunda planta de la ETSIA		
Teléfono	968 32 5904	Fax	968 32 70 31
Correo electrónico	b.martin@upct.es		
URL / WEB	http://taidaa.upct.es/profesorado_master.php		
Horario de atención / Tutorías	Horario abierto mañana y tarde		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 2,1. Segunda planta de la ETSIA		

Titulación	Dr. Ingeniero Agrónomo
Vinculación con la UPCT	Catedrático de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	1999
Nº de quinquenios	3, último 2013
Líneas de Investigación	Sensores de clima, suelo y planta para la optimización del uso del agua en agricultura. Interrelación entre agua-energía-GEI (Gases Efecto Invernadero) en la agricultura
Nº de sexenios	3, último 2016
Experiencia profesional	Ha dirigido o codirigido 25 proyectos fin de carrera, 6 trabajos fin de máster y 1 tesis doctoral
Otros temas de interes	Mecanización agraria

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

El objetivo general de esta asignatura es dar a conocer al alumno los principios físicos en los que se basan los sensores y sistemas de adquisición de datos más empleados en la monitorización de sistemas biológicos. Se pretende que el alumno adquiera una visión general centrada en el principio de funcionamiento de los dispositivos sensores que posteriormente se encontrará en su actividad investigadora. De forma que sea capaz de seleccionar y utilizar aquellos sensores más adecuados para sus trabajos de investigación.

El curso integra un total de cinco unidades didácticas, de las cuales la primera se ha destinado a los sistemas de adquisición de datos. De la segunda a la quinta unidad se aborda el estudio de los sensores necesarios para el monitoreo de los sistemas biológicos en invernadero.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura capacita al futuro profesional para:

- Tener un conocimiento global de los sensores utilizados para la monitorización de sistemas biológicos.
- Conocer en profundidad las tecnologías, herramientas y técnicas en el campo de la monitorización de sistemas biológicos.
- Organizar y planificar la instalación de equipos para la toma de datos en campo, así como su manejo posterior de los datos

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura Modelización y Optimización del Clima en Invernaderos se encuentra incluida en el módulo Tecnología e ingeniería de la producción vegetal, junto a otras asignaturas afines como:

- Bases y técnicas de modelización para la producción agrícola.
- Riegos deficitarios.

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

No se definen incompatibilidades en el plan de estudios.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para la correcta comprensión y seguimiento de la asignatura resultan recomendables los conocimientos previos de Electrotecnia, Fundamentos Físicos de la Ingeniería y de Matemáticas e Informática y de Física Ambiental recogidos en el plan de estudio del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y de Sistemas Biológicos o equivalente.

3.6. Medidas especiales previstas

En el supuesto de estar matriculados estudiantes con necesidades educativas especiales, y dependiendo de las particularidades de cada caso, la profesora arbitrará las medidas necesarias para permitir el correcto desarrollo de las actividades docentes y el buen seguimiento de las mismas por parte de los estudiantes afectados.

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

Competencias específicas TÍTULO:

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.

Competencias específicas ASIGNATURA:

Diseñar sistemas de climatización y optimización del clima en invernaderos.

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

8.1.- Conocer los conceptos básicos sobre las variables de estado del clima del invernadero, siendo ésta la fase previa, e indispensable para comprender los procesos de intercambio de energía y de masa que determinan el clima.

8.2.- Conocer el funcionamiento de sensores de medida de parámetros medioambientales y las bases de programación de una central de adquisición de datos.

8.3.- Analizar el invernadero como un conjunto de elementos en interacción (pared de cubierta/aire/vegetación/suelo) que reaccionan respecto al clima exterior determinando la formación del microclima interno.

8.4.- Conocer los mecanismos que rigen la transferencia de masa y de energía bajo invernadero y el papel que juegan en la formación del microclima.

8.5.- Aplicar las ecuaciones fundamentales de la transferencia de energía y de masa a la climatización de invernaderos, lo que conlleva la realización de ejercicios y de aplicaciones en Excel y el manejo de modelos de simulación del clima.

**** 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

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Análisis y diseño de sistemas de climatización. Manejo de modelos de simulación del clima bajo invernadero. Manejo de sensores y bases de programación de central de adquisición de datos.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD 1. Sistemas de adquisición de datos (SAD)

- 1.1. Configuraciones de un SAD
- 1.2. Especificaciones de un SAD
- 1.3. Especificaciones de un sensor genérico
- 1.4. Compatibilidad sensor-SAD
- 1.5. Estaciones meteorológicas automáticas
- 1.6. Redes de sensores inalámbricos (WSN)
- 1.7. Otros equipos

UD 2. Monitorización de variables climáticas

- 2.1. Medida de la temperatura del aire
- 2.2. Medida de la temperatura de una superficie
- 2.3. Medida de la humedad del aire
- 2.4. Medida de la radiación solar
- 2.5. Medida de la precipitación
- 2.6. Medida de la evaporación
- 2.7. Medida de la condensación
- 2.8. Medida de la velocidad y dirección del viento
- 2.9. Medida de la concentración de CO₂ y de vapor de agua
- 2.10. Instrumentación para la medida de la evapotranspiración
- 2.10.5. Correlación de remolinos (Eddy correlation)

UD 3. Monitorización del estado hídrico de la planta

- 3.1. Dendrómetros
- 3.2. Medida de la temperatura de la hoja
- 3.3. Medida del Índice de Área Foliar (LAI)
- 3.4. Medida del flujo de savia
- 3.5. Medida de la conductancia estomática
- 3.6. Fitomonitorio

UD 4. Monitorización del estado hídrico del suelo

- 4.1. Humedad y potencial del agua en el suelo
- 4.2. Conductividad eléctrica
- 4.3. Temperatura del suelo

UD 5. Monitorización de masas de agua y redes de riego

- 5.1. Nivel de agua de un embalse
- 5.2. Calidad del agua de un embalse
- 5.3. Medidores de presión

5.4. Caudalímetro

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

Practica UD 1. Equipos de adquisición de datos.

Práctica de manejo de sistemas de adquisición de datos (Campbell CR1000). Manejo y programación del equipo.

Práctica UD 2. Sensores para determinar las variables climáticas.

Aplicaciones prácticas del uso de sensores de variables climáticas con conexión a SAD. Adquisición y análisis de los datos tomados por los sensores.

Práctica UD 3. Sensores para determinar del estado hídrico de la planta.

Aplicaciones prácticas del uso de sensores para la medida del estado hídrico de la planta, con conexión a SAD. Adquisición y análisis de los datos tomados por los sensores.

Práctica UD 4. Sensores para determinar del estado hídrico del suelo.

Aplicaciones prácticas del uso de sensores para la medida del estado hídrico del suelo, con conexión a SAD. Adquisición y análisis de los datos tomados por los sensores.

Práctica UD 5. Sensores para Monitorización de masas de agua y redes de riego.

Aplicaciones prácticas del uso de sensores para monitorización de masas de agua y redes de riego con conexión a SAD. Adquisición y análisis de los datos tomados por los sensores.

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)

Theme 1. Data acquisition systems (DAS)

- 1.1. Configurations of DAS
- 1.2. Specifications of DAS
- 1.3 Specifications of generic sensor

- 1.4 Compatibility sensor - DAS
- 1.5. Weather Stations
- 1.6 Automatic weather stations. Networks of wireless sensors (WSN)
- 1.7. Other equipment

Theme 2. Monitoring of climatic conditions

- 2.1. Measurement of the temperature of the air
- 2.2. Measurement of the temperature of a surface
- 2.3. Measurement of moisture in the air
- 2.4. Measurement of solar radiation
- 2.5. Measurement of precipitation
- 2.6. Measurement of the evaporation
- 2.7. Measurement of condensation
- 2.8. Measurement of the speed and direction of wind
- 2.9. Measurement of the concentration of CO₂ and water
- 2.10. Instrumentation for the measurement of evapotranspiration

Theme 3. Monitoring of water in the plant

- 3.1. Dendrómetros
- 3.2. Measurement the temperature of the leaf
- 3.3. Measurement of Leaf Area Index (LAI)
- 3.4. Measurement of the flow of SAP
- 3.5. Measurement of stomatal conductance
- 3.6. Fitomonitoring

Theme 4. Monitoring of water in the soil

- 4.1. Moisture and potential of the water in the soil
- 4.2. Electrical conductivity
- 4.3. Soil temperature

Theme 5. Monitoring of reservoirs and irrigation networks

- 5.1. Water level in a reservoir
- 5.2. Water quality in a reservoir
- 5.3. Pressure gauges
- 5.4. Flowmeter

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

UD1. Sistemas de adquisición de datos (SAD).

- Adquirir las bases de programación de una central de adquisición de datos.

UD 2. Monitorización de variables climáticas.

- Desarrollar en el alumno la capacidad de comprender el funcionamiento y las aplicaciones de los principales aparatos de medida de las variables climáticas.

UD 3. Monitorización del estado hídrico de la planta.

- Desarrollar en el alumno la capacidad de comprender el funcionamiento y las

aplicaciones de los principales aparatos de medida del estado hídrico de la planta.

UD 4. Monitorización del estado hídrico del suelo.

- Desarrollar en el alumno la capacidad de comprender el funcionamiento y las aplicaciones de los principales aparatos de medida del estado hídrico del suelo.

UD 5. Monitorización de masas de agua y redes de riego.

- Desarrollar en el alumno la capacidad de comprender el funcionamiento y las aplicaciones de los principales aparatos de medida de masas de agua y redes de riego.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el Método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los alumnos.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	20
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	40
Clase de Prácticas. Sesiones de Laboratorio, aula de Informática y campo de prácticas	Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo práctico al docente y permiten enlazar contenidos teóricos y aplicados de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y Herramientas de cálculo específicos. Las sesiones en el campo de prácticas permiten que el alumno adquiera habilidad en el manejo de máquinas en situaciones reales.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación y máquinas. Uso de software específico.	10
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas siguiendo criterios de calidad establecidos.	38
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, Ejercicios o trabajos	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	6
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico.	3
Realización de exámenes oficiales	Evaluación escrita (examen oficial). Pruebas escritas de tipo individual Diferentes del examen oficial.	<u>Presencial</u> : Asistencia a los diferentes exámenes	3

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

[illegible]

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba oficial individual.	X		Examen de teoría.	70%	UD 1, 2, 3, 4, 5
Evaluación de prácticas, visitas y seminarios a partir de las memorias e informes correspondientes Exposición y defensa de trabajos individuales y de grupo Otras actividades de evaluación	X		Se evalúa el trabajo realizado en las sesiones prácticas así como la resolución de problemas propuestos.	30%	UD 1, 2, 3, 4, 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)

Se controlará el seguimiento presencial de la asignatura mediante tablas de observación (check-list, rúbricas).

El seguimiento del aprendizaje se realizará de la siguiente forma:

- Planteamiento de cuestiones durante las clases teóricas y estímulo de discusiones sobre la materia.
- Evaluación de las presentaciones orales de los trabajos y de la capacidad del alumno para responder a preguntas relacionadas.
- Tutorías.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Evaporación del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO Serie Riegos y drenajes nº 56. 322 pp.

Gonzalez-Real M.M., Baille A. 2005. Tecnología de invernaderos. Ed. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Cartagena. 330 pp.

Moro Piñeiro M. 2000. Metrología: Introducción, conceptos e instrumentos. 188 pp.

Muñoz R., Ritter A. 2005. Hidrología agroforestal. Ed. Mundi-Prensa. 348 pp.

Navarro Márquez J.A. 2002. Sistemas de medida y regulación. Ed. Ceysa. 235 pp.

Pallás Areny R. 1998. Sensores y acondicionadores de señal. Ed. Marcombo. 480 pp.

Pérez M.A., Álvarez J.C., Campo J.A., Ferrero F.J., Grillo G.J. 2004. Instrumentación electrónica. Ed. Thomson. 862 pp.

Rodríguez F., Berenguer M. 2004. Control y robótica en agricultura. Ed. Universidad de Almería. 433 pp.

8.2. Bibliografía complementaria*

Bot G.P.A., van de Braak, 1995. Physics of Greenhouse Climate, In "Greenhouse climate control: an integrated approach". Bakker J.C., Bot G.P.A, Challa H., van de Braack N.J. (eds.). Wageningen Pers, Chapter 3.

Day W., Bailey B.J. 1999. Physical principles of microclimate modification. In "Greenhouse Ecosystems". Capítulo 3, Eds. Stanhill and Enoch. Ediciones Elsevier, Amsterdam.

Isermann R. 2006. Handbook of Agricultural Engineering. Vol VI. Ed. CIGR & ASABE.

Monteith, J.L., 1975. Principles of Environmental Physics. Arnold E. (Ed), London: 225pp.

8.3. Recursos en red y otros recursos

Los temas impartidos en clase (material de lectura, lecturas complementarias, aplicaciones y bibliografía) están disponibles en el Aula Virtual (plataforma Moodle), al igual que otros recursos que se recomiendan al alumnado.