

Curso Académico: 2021/22

## 28928 - Instalaciones en explotaciones agropecuarias

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 28928 - Livestock farming facilities and equipment

**Centro académico:** 201 - Escuela Politécnica Superior

**Titulación:** 583 - Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 3 y 4

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

- Adquirir criterios para establecer las bases del diseño de los alojamientos ganaderos.
- Determinar las exigencias ambientales, fisiológicas y de espacio disponible de las principales especies ganaderas.
- Establecer los diferentes aspectos del control ambiental en los alojamientos ganaderos.
- Describir técnicamente y dimensionar las instalaciones necesarias para ventilación, calefacción y refrigeración en los alojamientos ganaderos.
- Describir técnicamente y dimensionar el equipamiento necesario para la distribución del alimento y del agua, así como otras instalaciones de los alojamientos ganaderos: iluminación, ordeño, saneamiento y gestión de residuos.

#### Alineación con los ODS:

Los planteamientos y objetivos de la asignatura están relacionados con los siguientes [Objetivos de Desarrollo Sostenible \(ODS\)](#) de la Agenda 2030, contribuyendo en cierta medida a su logro:

- [Objetivo 2](#): Hambre cero
- [Objetivo 7](#): Energía asequible y no contaminante.
- [Objetivo 9](#): Industria, innovación e infraestructura
- [Objetivo 12](#): Producción y consumo responsable

y, en concreto, con las metas:

- *Meta 2.4.* Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción [...].
- *Meta 7.2.* De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
- *Meta 7.3.* De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
- *Meta 9.4.* De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales [...].
- *Meta 12.4.* De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de [...] todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.
- *Meta 12.5.* De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

Es preciso indicar también que los conocimientos adquiridos en materia de eficiencia energética e integración de energías renovables están plenamente alineados con los objetivos del **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)**, que contempla una mejora de la eficiencia energética de las explotaciones agrarias de un 30% en el periodo 2021-2030, así como triplicar el consumo de origen renovable en las explotaciones en 2030.

## 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Se trata de una asignatura eminentemente aplicada, sobre una base fisiológica, pero con una orientación técnica muy vinculada al buen funcionamiento de las instalaciones ganaderas.

El diseño y dimensionamiento de los diferentes sistemas de control ambiental y del equipamiento en las instalaciones de diferentes instalaciones ganaderas, constituye un aspecto de importancia notable en la presente titulación, complementando de manera precisa los conocimientos de otras asignaturas de la misma en el ámbito de la ingeniería básica y la producción animal. Los conocimientos que en ella se imparten resultan casi imprescindibles para que el técnico sepa identificar adecuadamente los diferentes sistemas de climatización existentes, al objeto de resolver problemas y de realizar los cálculos adecuados. En este sentido un elevadísimo porcentaje de los problemas patológicos o de los problemas productivos detectados a nivel de explotación, pueden ser evitados o resueltos con un adecuado control ambiental.

Por otra parte, el conocimiento y dimensionamiento del equipamiento más adecuado es una base esencial de cualquier ingeniero que desarrolle su actividad profesional en el sector agropecuario.

Sin duda, la importancia de los objetivos y competencias aportados por la asignatura es creciente con el tiempo, pues los futuros graduados deben conocer y saber valorar la idoneidad de los diferentes sistemas de control ambiental existentes, tanto para diseñar y construir, como para evaluar su eficacia y posibles mejoras y relacionarlos con los aspectos de bienestar animal, enfocado a conseguir una adecuada rentabilidad de las explotaciones en base a la eficacia y al ahorro energético.

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado y estudiado las asignaturas: Matemáticas I y II; Física I y II; Expresión gráfica; Electrotecnia y electrificación rural; Ciencia Animal I y II; y Proyectos.

Se recomienda la asistencia continuada a las clases para una mejor comprensión y aprovechamiento de la asignatura.

# 2. Competencias y resultados de aprendizaje

## 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:**

- Conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería de las explotaciones agropecuarias: instalaciones para la salud y el bienestar animal.
- Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer 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.
- Reunir e interpretar datos relevantes dentro de su área de estudio para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:**

- Es capaz de seleccionar y dimensionar las necesidades de espacio y alimentación para un alojamiento ganadero atendiendo a los principios de bienestar animal de los mismos y de acuerdo a la normativa vigente.
- Es capaz de calcular tanto de la capacidad aislante de las construcciones ganaderas como los balances de calor en las mismas, justificando técnicamente la elección de materiales constructivos. Para ello, además de sus conocimientos sobre la influencia del animal en la modificación del ambiente de las explotaciones ganaderas, sobre los mecanismos de transmisión del calor en los elementos constructivos y sobre los materiales aislantes térmicos y sus cualidades, tendrá presentes criterios de sostenibilidad y eficiencia energética (en línea con las metas 7.3 y 9.4).
- Es capaz de cuantificar las necesidades de ventilación y climatización de un alojamiento ganadero, seleccionando y dimensionar los componentes de las instalaciones correspondientes en un alojamiento ganadero, primando que atiendan a las necesidades de bienestar animal y además sean sostenibles (en línea con la meta 2.4). Prioriza que se haga un uso más eficaz de los recursos y promueve la adopción de tecnologías y procesos limpios y ambientalmente racionales, incluyendo la integración de energías renovables en las instalaciones agropecuarias (en línea con las metas 7.2, 7.3 y 9.4).
- Es capaz de describir y justificar técnicamente otras instalaciones de los alojamientos ganaderos: iluminación, ordeño, saneamiento y gestión de residuos. En la gestión de residuos, busca reducir la generación de desechos y minimizar sus efectos adversos en el medio ambiente (en línea con el ODS 12).

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La consecución de los resultados de aprendizaje previstos para la presente asignatura facilitará, en parte, la adquisición, por parte del alumnado, de una competencia específica de la especialidad. Esta competencia (CE24), de obligatorio

cumplimiento al tratarse de un título con atribuciones profesionales.

Por otra parte, el fortalecimiento de ciertas competencias genéricas o transversales (capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, habilidades de gestión de la información, trabajo en equipo, capacidad de aprendizaje autónomo y habilidades de compromiso personal) contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.

### 3. Evaluación

#### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:**

1. Realización de una prueba escrita del Bloque de Ingeniería (según programa). El valor será el 50% de la nota final de la asignatura. Dicha prueba estará constituida por cuestiones teóricas y problemas. La calificación total de la prueba será sobre 5 puntos, de los cuales 1,5 puntos corresponderán a la parte de teoría y 3,5 puntos a la parte de problemas. Los alumnos necesitan ?2,5 puntos para superar la parte de Ingeniería.
2. Realización de una prueba escrita y un trabajo práctico en el Bloque de Producción animal (según programa). El valor de esta parte será el 50% de la nota final de la asignatura. La prueba escrita consistirá en la formulación de varias cuestiones de tipo preguntas cortas o de tipo test relacionadas con todos los contenidos impartidos durante el curso académico. Se realizará además un trabajo práctico de dimensionamiento de una explotación con la incorporación por parte del alumno de los criterios de sostenibilidad en el desarrollo de su propuesta. La calificación total de la prueba será sobre 5 puntos. Los alumnos necesitan ?2,5 puntos para superar la parte de producción animal.

En relación con los ODS, la adquisición por el estudiantado de las competencias relativas a los ODS 7 y 9 se comprobará en la prueba escrita teoría y problemas del Bloque de Ingeniería, con una pregunta teórica específica (0,3 puntos) y dos problemas estrechamente relacionados (2 puntos), lo que representa un 23% de la nota final de la asignatura.

#### **Criterios de evaluación:**

Pruebas y trabajos escritos: se valorará en las respuestas la corrección, concreción y exposición ordenada de conceptos, así como el establecimiento de relaciones entre técnicas aplicables en distintos campos. En los trabajos se valorará especialmente la calidad de la información científica aportada.

Valoración favorable	Valoración desfavorable
La comprensión de las leyes, teorías y conceptos	La ausencia de explicaciones en el desarrollo de los problemas
La destreza y habilidad en el manejo de las herramientas matemáticas	El desorden y la mala presentación
La utilización correcta de las unidades en las magnitudes	Errores en cálculos matemáticos sencillos
La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas	Las faltas de ortografía
La corrección del planteamiento y de los resultados, así como el orden, la presentación e interpretación de los mismos	

### 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

#### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en una serie de modalidades docentes:**

1. *Clases teóricas.* Modalidad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos.
2. *Sesiones prácticas de resolución de problemas.* Modalidad presencial en la cual se resolverán problemas relacionados con los contenidos de la asignatura.
3. *Estudio y trabajo individual.* Esta modalidad no presencial se centrará en la realización de trabajos individuales.
4. *Visitas técnicas.* Modalidad presencial destinada a que el alumnado adquiera una visión práctica y real de los contenidos teóricos y prácticos realizados a lo largo del curso.
5. *Estudio y trabajo autónomo.* Durante esta modalidad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal.

6. *Tutorías*. Podrán ser presenciales (en el despacho del profesor) o virtuales.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:**

- *Sesiones teóricas*: al comenzar cada tema, se le describe al alumno el contenido teórico que el profesor va a exponer en clase. Durante estas sesiones, con el objetivo de desarrollar la capacidad de razonamiento y extender las condiciones de estudio, los alumnos participarán en la resolución de cuestiones planteadas y no explicadas por el profesor.
- *Sesiones de problemas*: correspondiente con cada tema, se planteará una colección de ejercicios y problemas. Algunos de ellos se resuelven en el aula, quedando el resto para trabajo no presencial del estudiante. Los problemas propuestos serán relativos tanto a cuestiones que contribuyan a facilitar el aprendizaje de los fundamentos teóricos explicados en las sesiones teóricas, como representativas de las que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto real.
- *Sesiones de prácticas* donde el alumno interpretará el funcionamiento teórico y real de distintas instalaciones en explotaciones agropecuarias, aprendiendo a justificarlas mediante cálculo numérico y a través del uso de instrumentos y software específico.
- *Sesiones de trabajo tutorado* donde el alumno llevará a cabo un trabajo no presencial propuesto por los profesores enfocado a la justificación e implementación de instalaciones para explotaciones agropecuarias

## 4.3. Programa

### ***Bloque temático I: Introducción al bienestar animal***

- Tema 1: Importancia de las instalaciones agropecuarias en el contexto general de la Zootecnia. Adecuación de las exigencias del ganadero y el animal.
- Tema 2: Concepto de bienestar animal. Fisiología del estrés. Relación entre comportamiento animal y bienestar.
- Tema 3: Normativa Europea, Nacional y Autonómica relativa a los Alojamientos Agropecuarios.
- Tema 4: Requerimientos ambientales en las principales especies ganaderas, tanto rumiantes como monogástricos y avicultura. Necesidades de espacio, temperatura y humedad relativa en las distintas fases productivas y sus implicaciones prácticas. Concentraciones admisibles de gases.
- Tema 5: Principales métodos de intercambio de calor entre el animal y el entorno. Zona termoneutra. Temperatura crítica inferior. Temperatura crítica superior y evaporativa. Factores que modifican las temperaturas críticas. Pérdidas de calor por convección, conducción y radiación. Calor sensible. Pérdidas de calor por evaporación. Calor latente. El confort en los alojamientos ganaderos.

### ***Bloque temático II: Aislamiento y climatización en explotaciones agropecuarias***

- Tema 6: Aislamiento. Ecuación de equilibrio térmico. Ganancias y pérdidas de calor en los alojamientos ganaderos. Concepto e importancia del aislamiento térmico. Coeficientes de transmisión de calor. Aislamiento de muros, cubiertas y soleras.
- Tema 7: Psicrometría. Cartas psicrométricas. Enfriamiento del aire. Enfriamiento sensible. Enfriamiento y deshumidificación. Cambios de calor latente y sensible. Remoción de humedad. Mezcla de aire a diferentes condiciones.
- Tema 8: Ventilación. Concepto y objetivos de la ventilación en alojamientos ganaderos. Bases de cálculo de las necesidades de renovación de aire en invierno y en verano para las distintas especies animales. Ventilación estática o natural. Tipos de ventilación estática: horizontal y vertical. Cálculo de las secciones de entrada y salida de aire y su relación con la velocidad. Ventilación dinámica o forzada. Tipos de ventiladores. Ventilación por depresión o extracción, con entrada de aire natural o de aire pre-tratado. Cálculo de la sección de entradas de aire. Ventilación por sobrepresión. Cálculo de la velocidad de aire a nivel del animal. Automatización de la ventilación. Regulación continua o proporcional de la ventilación.
- Tema 9: Calefacción y refrigeración. Cálculo de las necesidades de calefacción. Tipos de calefacción para los alojamientos ganaderos. Criterios de elección del sistema de calefacción. La refrigeración en alojamientos ganaderos. Bases de la refrigeración evaporativa. Refrigeración por paneles o por boquillas. Bases de cálculo y reducción esperada de la temperatura.
- Tema 10 (\*): Ahorro y eficiencia energética en instalaciones ganaderas (alineado con ODS 9). Necesidades energéticas. Medidas para la mejora de la eficiencia energética: estanqueidad de la nave ganadera y aislamiento, regulación de los equipos de climatización, iluminación, revisión y mantenimiento de los equipos. Integración de las energías renovables (alineado con ODS 7). Aprovechamiento energético de los residuos ganaderos (alineado con ODS 12). Auditorías energéticas en instalaciones ganaderas: protocolos de realización. Casos prácticos.

### ***Bloque temático III: Instalaciones y alojamientos por especies***

- Tema 11: Diseño y dimensionamiento de alojamientos para porcino. Tipos de alojamientos. Sistemas para la distribución de alimentos y agua. Sistemas para la eliminación de deyecciones. Material complementario y auxiliar. Gestión de residuos.
- Tema 12: Diseño y dimensionamiento de alojamientos en avicultura de puesta y de carne. Sistemas para la distribución de alimentos y agua. Sistemas para la eliminación de deyecciones. Material complementario y auxiliar. Gestión de residuos.
- Tema 13: Diseño y dimensionamiento de alojamientos para vacuno de leche y de carne. Tipos de alojamientos. La máquina de ordeño. Salas de ordeño para ganado bovino. Sistemas para la distribución de alimentos y agua. Sistemas para la eliminación de deyecciones. Material complementario y auxiliar.
- Tema 14: Diseño y dimensionamiento de alojamientos para ovino. Tipos de alojamientos. Ventajas e inconvenientes. Sistemas de distribución de alimentos. La sala de ordeño. Utillaje. Gestión de residuos.
- Tema 15: Diseño y dimensionamiento de alojamientos para caprino. Tipos de alojamientos. Ventajas e inconvenientes. Sistemas de distribución de alimentos. La sala de ordeño. Utillaje. Gestión de residuos.
- Tema 16: Diseño y dimensionamiento de alojamientos en cunicultura. Tipos de alojamientos. Ventajas e inconvenientes. Sistemas de distribución de alimentos. Utillaje. Gestión de residuos.

(\*) Nota: El tema 10 se impartirá tras los temas 11 y 12, una vez se hayan cubierto los contenidos correspondientes a las instalaciones de porcino y avicultura, puesto que las medidas de ahorro energético son especialmente relevantes en estos dos sectores de ganadería intensiva.

#### **Prácticas**

- Trabajo de control del bienestar animal en explotación
- Práctica de manejo de animales atendiendo a su bienestar
- Visita a una explotación ganadera
- Problemas de cálculo de aislamiento y de diseño de sistemas de ventilación y climatización en alojamientos ganaderos. Se abordarán de forma integrada con los contenidos de tipo teórico, intercalándolos en las sesiones correspondientes.
- Problemas de dimensionamiento de instalaciones agropecuarias. Se abordarán de forma integrada con los contenidos de tipo teórico, intercalándolos en las sesiones correspondientes.

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

##### **Calendario de sesiones presenciales:**

Semana	Teoría	Práctica	Bloque temático	Tema
1	2	2	Introducción al bienestar animal	1
2	2	2		2
				3
3	2	2		4
				5
4	2	2	Aislamiento y climatización en explotaciones agropecuarias	6
				7
5	2	2		8
				9
6	2	2		10

7	2	2	Instalaciones y alojamientos por especies	11
8	2	2		12
9	2	2		13
10	2	2		14
11	2	2		15
12	2	2		16
13	2	2		
14	2	2		
15	2	2		
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		

**Distribución del trabajo del alumno:**

Horas presenciales			No presenciales
Sesiones teóricas	Problemas y prácticas	Trabajos	
30	25	5	90

Las convocatorias correspondientes a la prueba global se realizarán en las fechas asignadas por la EPS para las convocatorias de exámenes de esta asignatura.

Las actividades prácticas adquieren especial relevancia por su trascendencia a la hora de comprender los conceptos teóricos explicados durante las clases.

**4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

- BB** CALLEJO RAMOS, A. Cow comfort?: El bienestar de la vaca lechera. [s. l.]: Servet, 2009. ISBN 9788492569205.
- BB** FORCADA MIRANDA, F. Ganado porcino?: diseño de alojamientos e instalaciones. [s. l.]: Servet, 2009. ISBN 9788492569076.
- BB** Fuentes Yagüe, José Luis. Climatización de alojamientos ganaderos. José Luis Fuentes Yagüe. Madrid : Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Publicaciones de Extensión Agraria, 1985
- BB** García-Vaquero Vaquero, Emilio. Diseño y construcción de alojamientos ganaderos / Emilio García-Vaquero Vaquero. 3a. ed. rev. y amp. Madrid : Mundi-Prensa, 1987

- BC** AGUILAR YÁNEZ, E. Operaciones auxiliares de mantenimiento de instalaciones y manejo de maquinaria y equipos en explotaciones ganaderas (MF0715\_1). [S. l.] : IC Editorial, 2016. ISBN 978-84-16207-54-1.
- BC** Aland, A., Banhazi, T. (2013). Livestock housing: Modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals. Wageningen Academic Publishers [english friendly]
- BC** Alojamientos e instalaciones. I / Coordinador y director, Carlos Buxadé Carbó ; con la participación de 12 autores. Madrid [etc.] : Mundi-Prensa, 1997
- BC** Alojamientos e instalaciones. II / Coordinador y director, Carlos Buxadé Carbó ; con la participación de 12 autores. Madrid [etc.] : Mundi-Prensa, 1998
- BC** BAYOD RÚJULA, Á. A. Sistemas fotovoltaicos. 1ª ed. [s. l.]: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009. ISBN 9788492521944.
- BC** Curtis, S.E. (1983). Environmental management in animal agriculture. Iowa State University Press [english friendly]
- BC** Flanders, F., Gillespie, J.R. (2016). Modern Livestock & Poultry Production, 9th Edition. Cengage Learning [english friendly]
- BC** Forcada Miranda, Fernando. Alojamientos para ganado porcino / Fernando Forcada Miranda. 1ª ed. Zaragoza : Mira, 1997
- BC** GARCÍA MÁRQUEZ ROBLEDILLO, V.; GONZÁLEZ JIMÉNEZ, J.; GONZÁLEZ PÉREZ, J. Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567). [S. l.] : IC Editorial, 2016. ISBN 978-84-16271-45-0.
- BC** GONZALEZ, C. Diseño y cálculo de instalaciones de climatización. [S. l.] : Cano Pina, 2015. ISBN 978-84-15884-76-7.
- BC** GUERRERO PÉREZ, R. Edificación y eficiencia energética en los edificios (UF0569). [S. l.]: IC Editorial, 2016. ISBN 978-84-16271-46-7.
- BC** Housing of Animals Construction and Equipment of Animal Houses. In: Developments in Agricultural Engineering, Volume 6. A. Maton, J. Daelemans, J. Lambrecht (Eds.) Elsevier, 1985 [english friendly]
- BC** Livestock housing / edited by C.M. Wathes and D.R. Charles. Wallingford : Cab Internacional, cop. 1994 [English Friendly]
- BC** MENDOZA RAMÍREZ, A. J. Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios (UF0566). [S. l.] : IC Editorial, 2016. ISBN 978-84-16271-44-3.
- BC** MIRANDA, Á. L. Técnicas de climatización. 2ª ed. [s. l.]: Marcombo, 2008. ISBN 9788426714763.
- BC** RIBOT MARTÍN, J. Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado. [S. l.] : Ediciones Experiencia, 2015 ISBN 978-84-15179-47-4.
- BC** TOBAJAS, M. C. Energía solar térmica para instaladores (5a. ed.). [S. l.] : Cano Pina, 2017. ISBN 978-84-17119-37-9.

#### LISTADO DE URLs:

Animal Production and Health, FAO

[[http://www.fao.org/Ag/AGAInfo/resources/en/pubs\\_aprod.html](http://www.fao.org/Ag/AGAInfo/resources/en/pubs_aprod.html)]

Mrmema, G.C., et al. (2011). Rural structures in the tropics: Design and development. FAO

[<http://www.fao.org/docrep/015/i2433e/i2433e.pdf>]

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28928>