

## Medidas de eficiencia energética en las instalaciones ganaderas



## INDICE

1. Iluminación.....	2
1.1. Medidas de eficiencia en la iluminación.....	2
2. Aislamiento térmico.....	2
3. Estanqueidad de las naves ganaderas.....	3
4. Regulación de los equipos de climatización.....	3
4.1. Ventilación y refrigeración.....	3
4.2. Calefacción.....	3
5. Revisión y mantenimiento de los equipos.....	4
6. Valorización energética de los residuos ganaderos .....	5
7. Implantación de barreras vegetales cortaviento...5	
8. Medidas de ahorro y eficiencia energética específicas del sector lácteo.....	5
8.1. Sistemas de ordeño.....	5
8.2. Motores de la bomba de vacío.....	5
8.3. Lechería.....	6
8.4. Recuperadores de calor en sistemas de refrigeración.....	6

### Fuente:

CIRCE (Centro de Investigación de Recursos y Consumos energéticos). Diagnóstico de la demanda energética del sector agrario y análisis de oportunidades alternativas al consumo actual. Diciembre 2017.

CAPDER. Consejería de Agricultura Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Mayo 2018

## 1. Iluminación

En instalaciones ganaderas se prestará especial atención a los requisitos de iluminación, los cuales deben ser acordes a cada tipo de especie y a las condiciones fisiológicas en cada momento, encontrando en cada caso los modelos de sustitución más adecuados.



### 1.1. Medidas de eficiencia en la iluminación

Las principales medidas de eficiencia energética en los sistemas de iluminación son las siguientes:

- Sustitución de lámparas de baja eficiencia por otras tecnologías eficientes de menor consumo (ver descripción de tecnologías a continuación), especialmente en las zonas con mayores periodos de utilización. Para ello, se examinará y evaluará el sistema actual de iluminación y se rediseñará, en su caso, proponiendo las sustituciones necesarias y garantizando el nivel de iluminación en los lugares necesarios.
- Sustitución de luminarias por otras con alto factor de reflexión.
- Sectorizar la iluminación con la utilización de interruptores bien zonificados.
- Instalar detectores de presencia para los accesos, zonas de paso y lugares donde no se requiera una iluminación permanente.
- Instalar sistemas de control de la iluminación, como relojes programables, para que su uso sea únicamente durante el tiempo necesario.
- Colocación de sistemas de regulación de potencia según la luz natural mediante células fotoeléctricas o sensores, reduciendo los consumos de iluminación innecesarios.

- Utilización de pinturas blancas o en tonos claros, manteniendo las superficies limpias para aumentar el rendimiento de la iluminación.
- Realizar un plan de mantenimiento incluyendo revisiones y limpieza de las luminarias.

### Características técnicas en sistemas de iluminación

Las principales características a considerar para la elección del tipo de iluminación son:

- Potencia eléctrica consumida.
- Nivel de iluminación necesario, en función del uso de las zonas a iluminar.
- La distribución espectral de la luz emitida.
- Temperatura de color y calidad cromática.
- Rendimiento de la lámpara.
- Consumo energético de las opciones disponibles y ahorro esperado.
- Vida útil de la lámpara.
- Coste de instalación.

En muchos casos, la iluminación artificial debe tener una composición espectral y color específicos, para favorecer ciertos procesos de animales (p. ej. cría) o de plantas (p. ej. fotosíntesis) que deberán tenerse en cuenta a la hora de plantear la medida



A continuación se muestran los distintos **tipos de lámparas:**

- **Lámparas de incandescencia/halógena.** Aunque su coste de inversión es bajo, el coste energético de este tipo de lámparas es elevado debido a su bajo rendimiento (en torno a 10-20 lm/W). Emiten gran cantidad de radiación infrarroja, lo que provoca un sobrecalentamiento de los cultivos. La iluminación incandescente se encuentra en desuso, siendo sustituida por otros sistemas, mientras que la halógena es ligeramente más eficiente. Suelen tener una vida útil en entre 1.000 y 2.000 horas de uso.
- **Lámparas fluorescentes.** Esta tecnología permite suministrar una elevada intensidad lumínica sin provocar un calentamiento excesivo para disipar al ambiente, pero presentan una instalación más costosa. Se encuentran incluidas en esta tipología los

tubos fluorescentes y las lámparas compactas denominadas “de bajo consumo”. Las potencias oscilan entre los 40 y 125W, dependiendo del tipo de tubo; presentan un alto rendimiento, de en torno a 50-70 lm/W y de hasta 100 lm/W con balasto electrónico. Tienen un coste asequible y un tiempo de vida de entre 10.000 y 20.000 horas.

- **Lámparas de mercurio fluorescentes.** El espectro de luz se aproxima al de la luz solar, siendo apropiadas como iluminación suplementaria de elevada intensidad e iluminación sustitutoria. Es una tecnología que no calienta excesivamente el ambiente, siendo adecuada para aplicaciones como el desarrollo de especies vegetales.
- **Lámparas de halogenuros metálicos de alta presión.** De manera similar a la tecnología anterior, proporcionan un espectro similar a la luz solar sin calentar excesivamente el ambiente, teniendo además una mayor eficiencia radiante que las anteriores, con rendimientos de entre 70 y 100 lm/W y vida útil de unas 6.000 horas.
- **Lámparas de vapor de sodio.** Presentan mucho mayor rendimiento (100-200 lm/W) y mayor vida útil (15.000 horas), pero con luz amarilla y baja calidad de reproducción de los colores. Hay modelos de alta presión que eliminan este problema. A pesar de tener un espectro de emisión poco equilibrado poseen una gran eficacia fotosintética, por lo que son ampliamente utilizadas en las instalaciones de invernaderos.
- **Lámparas LED.** Presentan un rendimiento muy alto (100-150 lm/W), un consumo muy reducido y una muy buena calidad de luz, además de un larguísimo tiempo de vida de hasta unas 50.000 horas, suponiendo un gran ahorro económico. Proporcionan un espectro similar a la luz solar, sin calentar el ambiente.



En función de la tipología de lámparas a incorporar, **la inversión** puede variar considerablemente. En el caso de tecnología LED, puede situarse en torno a 1.000-3.000 €/kW, según los casos recopilados durante el proyecto y algunas referencias bibliográficas<sup>1,2</sup>, si bien se ha reducido su coste progresivamente en los últimos años y se espera que siga bajando<sup>3</sup>.

Respecto al **ahorro de energía**,



en el caso de sustitución de lámparas/luminarias por modelos más eficientes, el porcentaje de ahorro energético corresponderá al porcentaje de reducción de la potencia de las lámparas, esto es, entre el 40% y el 90%, según los casos. Además, se debe considerar el ahorro económico adicional que supone la reducción de los costes de reposición a lo largo del tiempo debida al incremento de la vida útil de las lámparas nuevas.

Por último, en el caso de sustitución o incorporación de otros elementos, el ahorro es más complejo de calcular en cada situación, aunque rara vez se alcanzan ahorros superiores al 20%.

La tabla siguiente muestra un ejemplo de sustituciones de lámparas existentes por lámparas LED, teniendo una mayor eficiencia energética, mayor vida útil, menor mantenimiento y un mayor rendimiento. El ahorro depende del tipo de lámpara a sustituir, pudiendo verse reflejado en la siguiente tabla:

Ahorro de energía con tecnología LED.  
(Fuente: Proyecto TESLA)

SITUACIÓN DE PARTIDA	ALTERNATIVA CON EFICIENCIA ENERGÉTICA	REDUCCIÓN DE LA POTENCIA
Tubo fluorescente 2x18W (total instalado 42 W incluyendo el balasto)	LED18S (19W)	54%
Tubo fluorescente 2x58W (total instalado 136 W incluyendo el balasto)	LED60S (57W)	58%
Lámpara de vapor de mercurio 250 W (total instalado 268 W incluyendo equipos auxiliares)	BY120P (110 W)	58%
Lámpara de vapor de mercurio 400 W (total instalado 428 W incluyendo equipos auxiliares)	BY121P (210 W)	51%

1 Catálogo de lámparas y luminarias LED Enero 2016 PHILIPS (2016)  
2 Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020 (2011)  
3 Annual Energy Outlook 2015. U.S. Energy Information Administration (2015)

## 2. Aislamiento térmico

La utilización de un correcto aislamiento térmico en paredes, suelo y techo de las instalaciones ganaderas supone un gran ahorro energético, reduciendo las pérdidas de calor en tiempo frío, minimizando las ganancias de calor en tiempo caluroso. También se optimiza el rendimiento de las instalaciones de climatización, minimizando con ello la concentración de gases procedentes del ganado y proporcionando un ambiente menos agresivo y nocivo en el interior. También ayuda al mantenimiento de los edificios con la eliminación de condensaciones en las partes más frías de los cerramientos.



Para que un material se considere aislante debe ofrecer una resistencia al paso de calor entre dos ambientes con distinta temperatura con una conductividad térmica igual o inferior a 0,15kcal/m·h·°C.

**Los principales materiales aislantes** son los siguientes:

<b>Vegetales</b>	Corcho, aglomerado de madera, paja comprimida
<b>Minerales</b>	Lana de vidrio, lana de roca, arcillas expandidas, perlitas, hormigón celular
<b>De síntesis</b>	Poliuretanos y Poliestirenos en placa y espuma.

### Recomendaciones para un buen aislamiento:

- Adecuar a cada tipo de especie ganadera y en función de los sus requerimientos fisiológicos el espesor y su capacidad aislante.
- Emplear aislamientos resistentes a golpes y vapor de agua, que no retengan la humedad y con resistencia a los rayos solares.
- Prestar atención al aislamiento de la cubierta, siendo mínimo de 5 cm para minimizar las pérdidas por su superficie.

### 3. Estanqueidad de las naves ganaderas



Para eliminar los sobreconsumos de las instalaciones de climatización y garantizar el confort térmico de los animales se deben evitar las entradas indeseadas de aire consiguiendo la estanqueidad de los cerramientos exteriores.

Para ello es necesario seguir las siguientes **recomendaciones:**

- Utilizar juntas elásticas en las uniones.
- Sellar las juntas de ventanas y puertas con espumas o látex.
- Instalar persianas aisladas que protejan los ventiladores cuando no se encuentren en funcionamiento.
- Supervisar las uniones entre elementos de fachada y cubierta (puerta de entrada, ventanas, lucernarios...).

### 4. Regulación de los equipos de climatización

#### 4.1. Ventilación y refrigeración

El correcto diseño del sistema de ventilación y climatización es importante para la eliminación de CO<sub>2</sub>, polvo y otras sustancias procedentes de los animales para introducir oxígeno desde el exterior. Se puede realizar mediante ventilación natural (ventanas manuales o automáticas) o mediante la ventilación dinámica (ventiladores que mueven el aire).

El caudal de aire introducido debe ser adecuado a cada tipo de especie y a las condiciones fisiológicas en cada momento de su vida. Para ello se recomienda la utilización de aparatos electrónicos que ayudan a regular el caudal de aire:

- Temporizadores: a su programación se indican los tiempos de funcionamiento de los ventiladores.

- Termostatos: controlan la temperatura sin tener en cuenta otros parámetros.
- Reguladores: son microprocesadores que controlan la cantidad de caudal a introducir según la temperatura interior.
- Sistemas informáticos: controlan los parámetros climáticos del interior y exterior de la nave (diferencia de temperatura interior y exterior, humedad, velocidad del aire...) y permiten ventilar seleccionando ventilación mecánica, manual o combinada.

#### 4.2. Calefacción

La potencia de calefacción debe ser adecuada a cada tipo de especie y a las condiciones fisiológicas en cada momento de su desarrollo.



Los distintos tipos de sistema de distribución del calor más habituales son:

- Calefacción ambiente: con aerotermos o tubos de agua caliente. No permiten regulación.
- Calefacción por radiación: radiantes eléctricos que permiten la regulación progresiva.
- Calefacción por suelo: placas eléctricas (permiten regulación progresiva) o tubos de agua caliente (no permiten regulación).

Para conseguir una mejora global en la eficiencia energética de la instalación de calefacción es necesario realizar modificaciones y mejoras de la eficiencia de la generación de calor y de los equipos de control y sistemas de distribución del calor,

## Modificaciones y mejoras de la eficiencia

- Sustitución de generador de calor por modelos más eficientes: calderas de baja temperatura y calderas de condensación.
- Sustitución de generador de calor por cambio de combustible.
- Ajuste de la combustión para un óptimo rendimiento.
- Quemadores de funcionamiento fraccionado o modulantes.
- Recuperador del calor en los humos de escape.
- Aislamiento del sistema de calefacción.
- Almacenamiento térmico.

Así, las **medidas de eficiencia energética** más habituales en generadores de calor para calefacción son las siguientes (una o varias simultáneamente):



- **Sustitución de caldera por cambio de combustible.** La actuación consiste en la sustitución de un generador de calor existente por otro que suponga menores emisiones y costes. Los más habituales son la incorporación de caldera de biomasa o de gas natural en sustitución de caldera de gasóleo o de equipos eléctricos por efecto Joule.
- **Sustitución de caldera por un modelo más eficiente.** La actuación incluye la sustitución de la caldera por modelos con mayor rendimiento energético, tales como sustitución de caldera convencional por caldera de baja temperatura (habitual para calderas de gasóleo o biomasa), o por caldera de condensación (caso de gas).
- **Calefacción de distrito (district heating).** Estas actuaciones consisten en la generación de calor de manera centralizada para varios edificios o consumidores y la creación de una red de distribución a todos los puntos de consumo. Este modelo está mucho más extendido en el norte de Europa, aunque existen algunos ejemplos en España. En general, es

más eficiente al desperdiciarse menos energía que en instalaciones atomizadas, consiguiendo ahorros energéticos importantes, máxime si se integra el aporte de varias fuentes como cogeneración, energías renovables o aprovechamiento de calor residual.



En función de la tipología de calderas a incorporar y el tamaño de la instalación se tendrán distintos **costes de inversión**: en el caso de calderas de gas y gasóleo se tiene una inversión reducida, que puede estar entre los 100-200 €/kW, mientras que, en el caso de instalación con caldera de biomasa, podría situarse en los 200-500 €/kW, considerando todos los elementos de la instalación. Por su parte, los proyectos de calefacción de distrito presentan unos ratios de inversión mayores, que pueden llegar a los 1.000 €/kW.

Respecto al **ahorro energético**, en los proyectos de sustitución de calderas por modelos más eficientes y en proyectos de calefacción de distrito pueden alcanzarse ahorros típicamente entre el 5 y 20%, dependiendo de la situación de partida. Sin embargo, cabe destacar que en proyectos de sustitución por cambio de combustible no es imprescindible que haya un ahorro energético; es el caso de cambio a biomasa, cuyas calderas tienen típicamente el rendimiento de una caldera convencional. En este caso, se produce un ahorro económico y de emisiones, pero esto no es debido a un ahorro energético sino al menor precio del combustible a utilizar y una menor ratio también de emisiones.

## 5. Revisión y mantenimiento de los equipos

- La realización de trabajos de mantenimiento y limpieza de los equipos garantiza un rendimiento óptimo y mejorar su consumo energético.
- Se necesita un programa de mantenimiento que contenga los siguientes puntos:
- Realización y seguimiento de un calendario de inspección y mantenimiento.
- Leer el modo de empleo y las recomendaciones de uso de las instalaciones.



- Limpieza de polvo y pelos que se acumulan en las piezas.
- Proteger los motores en los periodos largos que no se emplean.

## 8. Medidas de ahorro y eficiencia energética específicas del sector lácteo

### 8.1. Sistemas de ordeño



Los sistemas de ordeño deben estar dimensionados conforme a las Normas ISO - UNE 68048 / 68050 / 68061 y al Boletín de la FIL 370 / 2002 para el ovino y caprino, evitando así un sobredimensionamiento de las instalaciones, mejorando el rendimiento del ordeño, reduciendo el tiempo de funcionamiento de los equipos y motores aportando un ahorro energético.

Es necesario diseñar los sistemas según las siguientes recomendaciones:

- El número de equipos de ordeño debe ser adecuado al número de animales y personas ordeñadoras.
- El tiempo de ordeño no debe superar la hora y media
- El diseño de la sala de ordeño debe ser adecuado
- Realizar un mantenimiento de la maquinaria de ordeño
- Realizar un mantenimiento de la obra civil asociada.

### 8.2. Motores de la bomba de vacío

Se pueden conseguir un ahorro energético adecuando los motores de la bomba de vacío del siguiente modo:

- Bombas de vacío lobulares con motores de alta eficiencia energética (IE3, IE4 i IE5) y con variador de velocidad incorporado.
- Situarlos en locales independientes, bien ventilados y con orientación norte.

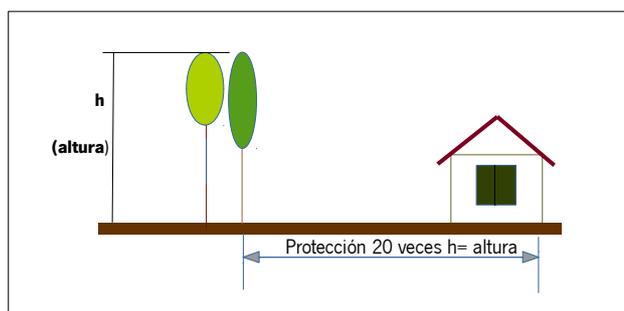
## 6. Valorización energética de los residuos ganaderos

Se recomienda la implantación de pequeñas instalaciones de biogás en las mismas explotaciones para la producción de energía a partir de la valorización de purines y estiércoles.

El biogás es un gas combustible que se genera de forma natural o en dispositivos específicos gracias a la acción de ciertas bacterias durante la biodegradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Puede ser empleado para generar electricidad o calor y permitir los procesos de producción de la explotación ganadera, transformando los contaminantes en energía sostenible, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

## 7. Implantación de barreras vegetales cortaviento

Con el fin de aumentar la permeabilidad de la instalación ganadera, se recomienda realizar una plantación vegetal de manera que ésta ofrezca una permeabilidad del 50%.



Con esta medida se debe evitar:

- Obstáculos excesivamente próximos que dificulten la ventilación.
- Colinas muy expuestas al viento
- Lugares encajonados con poca ventilación, húmedos y muy calurosos.

- Utilizar acumuladores eléctricos para el arranque de los motores de ordeño y minimizar su consumo energético.

### **8.3. Lechería**

Los locales de lechería deben quedar bien aislados y ventilados, con orientación norte para minimizar la carga de refrigeración que demandan.

Se recomienda la instalación de dispositivos que contribuyan al enfriamiento del tanque lechero:

- Instalar un condensador en el tanque para mantenerlo más fresco.
- Instalar enfriadores por placa de agua fría
- Instalar sistemas de enfriamiento con agua helada, para bajar la temperatura de modo instantáneo.

### **8.4. Recuperadores de calor en sistemas de refrigeración**

Los sistemas de refrigeración funcionan de tal manera que extraen el calor de un foco (frío) para evacuarlo posteriormente a otro foco (caliente), gracias a las temperaturas conseguidas en el fluido refrigerante mediante la compresión y expansión del mismo. Esta medida de eficiencia consiste en ubicar recuperadores de calor en el foco caliente de los sistemas de refrigeración, aprovechando este calor para producir agua caliente o calor para otros usos, en lugar de disiparlo en el ambiente, aumentando además el propio rendimiento del sistema de refrigeración.