

1. Efectos medioambientales derivados de la ganadería intensiva

▶ 2. Reducción de emisiones procedentes de las deyecciones

3. Tratamiento de purines y uso de aditivos

Carlos Piñeiro¹,
Ana Isabel Pérez¹,
Gema Montalvo²,
M^a José Sanz³,
Pilar Illescas²,
Manuel Bigeriego⁴,
Rafael Giraldez⁵,
Mariano Herrero⁶

¹ PigCHAMP
Pro-Europa

² Tragsega, S.A.

³ Fundación CEAM

⁴ Subdirección General
de Ordenación

y Buenas Prácticas
Ganaderas. MAPA

⁵ Consultor
independiente

⁶ FEASPOR S.A.

Imágenes cedidas
por los autores

Reducción de emisiones procedentes de las deyecciones

En este capítulo se describen las principales estrategias y técnicas que se podrían incorporar en cada etapa del proceso productivo para reducir las emisiones contaminantes derivadas de la generación de purín. Con estos métodos se pretende prevenir y reducir los impactos nocivos sobre el medio ambiente.

Para disminuir el nivel de emisiones que genera la producción porcina, hay que actuar en diversas etapas del proceso. En primer lugar se deben controlar los impactos generados en la actividad de cría, pero también hay que considerar los que provoca el almacenamiento de deyecciones y su aplicación como fertilizantes agrarios.

REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DESDE LOS ALOJAMIENTOS

Las emisiones más importantes que se producen en el interior de los alojamientos son las de tipo gaseoso (amoníaco principalmente).

Existen dos grandes grupos de estrategias para reducir las emisiones de amoníaco desde los alojamientos: las técnicas integradas en el proceso, que buscan prevenir y reducir las emisiones de este gas e intervienen en las fases responsables de su formación y volatilización, y los métodos de lavado de gases, que captan y bloquean el amoníaco en las salidas de ventilación de los alojamientos e impiden que se libere a la atmósfera (BREF, 2003).

Dentro de las estrategias integradas en el proceso, se distinguen la aplicación de técnicas nutricionales, el control del ambiente interior de los alojamientos y el diseño óptimo de los mismos.

Aplicación de técnicas nutricionales

La composición del pienso, su contenido en nutrientes y el sistema de aplicación (estrategias nutricionales) no sólo tienen una gran influencia en el rendimiento productivo de los animales, sino que además son un pilar fundamental dentro del planteamiento medioambiental de una granja a la hora de prevenir impactos.

Como se ha indicado en el capítulo anterior, las principales emisiones e impactos relacionados con la ganadería porcina están asociados a la producción y al manejo del purín.

Mediante la disminución de la excreción de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) y, por lo tanto, de su concentración en el purín, podemos reducir las emisiones que se puedan producir a lo largo de todo el proceso (alojamientos, almacenamiento, gestión y aplicación agrícola).

Las principales estrategias nutricionales que deben considerarse son:

- Formular los piensos de acuerdo con el estado fisiológico y tipo de animal.
- Aumentar el número de clases de alimento utilizadas en cada fase para ajustarse mejor a las necesidades de cada grupo de cerdos.
- Reducir, en la medida de lo posible, el contenido en proteína bruta de la ración, y complementarla, si fuera necesario, con aminoácidos sintéticos para que el rendimiento no disminuya.
- Utilización de fuentes de fósforo más digestibles y de fitasas.

Control del ambiente interior de los alojamientos

La reducción de la temperatura interior de los alojamientos y del flujo de aire sobre la superficie del purín pueden disminuir las emisiones de amoníaco.

Garantizar una adecuada temperatura y renovación del aire del alojamiento son dos premisas esenciales tanto para el bienestar de los animales, como para el mantenimiento de sus rendimientos productivos.

Por tanto, los sistemas de ventilación y climatización deben ajustarse siempre en función de las necesidades y el confort de los cerdos.

Por otra parte, una renovación insuficiente del aire unida a una temperatura excesivamente alta en el interior de los alojamientos (un hecho muy común en España durante los meses calurosos), puede modificar el comportamiento de los animales, haciendo que éstos ensucien las zonas limpias del corral y se aumenten las emisiones de amoníaco.

Diseño óptimo de los alojamientos

Las emisiones de amoníaco se pueden reducir sensiblemente combinando distintos tipos de suelo y fosos, junto a un manejo adecuado en la retirada de los purines (BREF, 2003). Los principios básicos de actuación de las técnicas a considerar son los siguientes:

- Reducción de la superficie de emisión del purín (zona de intercambio entre la fase líquida y el aire).
- Retirada frecuente del purín desde los fosos hasta el sistema de almacenamiento exterior.
- Uso de superficies lisas y fáciles de limpiar.
- Enfriamiento de la superficie del purín.

En principio, las emisiones de amoníaco serán menores cuanto más reducida sea la superficie de suelo enrejillado y de foso.

Es muy importante encontrar un punto de equilibrio entre el porcentaje de suelo continuo y enrejillado, ya que una disminución excesiva del área sucia puede originar una concentración de deyecciones en la zona sin rejilla y, consecuentemente, hacer que aumenten notablemente las emisiones.

Otro aspecto que hay que considerar en países muy calurosos, como España, es que los sistemas parcialmente enrejillados no siempre funcionan, ya que los animales tienden a ensuciar esa zona de suelo continuo para tumbarse sobre las deyecciones y refrescarse.

La utilización de materiales lisos y no porosos para las rejillas (plásticos, elementos metálicos y hormigones tratados) puede favorecer el drenaje de las deyecciones y reducir las emisiones. Además facilita las tareas de limpieza y ahorra agua y energía.

Respecto a la eliminación de los purines hacia el exterior de los alojamientos, hay que considerar que cuanto mayor sea la frecuencia de retirada de purín, menores serán las emisiones producidas en el interior de las instalaciones.

El empleo de cama en los alojamientos (paja), que actualmente está justificado y favorecido por



Figura 1. Ejemplo de enrejillado parcial mal manejado.

razones de bienestar animal, debe tener una especial consideración desde el punto de vista medioambiental.

Está ampliamente aceptado y documentado que los sistemas de alojamiento sobre cama de paja, si ésta no se renueva frecuentemente, incrementan las emisiones de amoníaco. Esto se debe a que el uso de cama aumenta notablemente la superficie de emisión. Por otra parte, el volteo constante de la paja por los animales favorece también el incremento de las emisiones.

Por tanto, en alojamientos sobre cama sólo se reducirán las emisiones si se establecen dos áreas diferenciadas, una limpia y otra sucia, y se procede a la renovación muy frecuente de la paja.

Los sistemas basados en el enfriamiento de la superficie del purín para reducir la actividad de la enzima ureasa utilizan aguas subterráneas que discurren a través de un circuito cerrado para reducir la temperatura de los fosos. En principio, no es un método que se considere adecuado debido a sus elevados costes asociados y por los riesgos medioambientales de contaminación de los propios acuíferos. Por tanto, según lo descrito, las técnicas recomendadas para mejorar el diseño y manejo de los alojamientos son las que se indican en las páginas siguientes.

Figura 2. Ejemplo de empleo de materiales lisos para las rejillas en alojamientos para lechones.



Mejores técnicas disponibles a considerar en los diversos tipos de alojamiento

Alojamientos para gestación

- Alojamientos sobre suelo parcialmente enrejillado, de forma que se reduzca paralelamente el tamaño de foso (*figuras 3 y 4*).
- Alojamientos para cerdas gestantes con cama de paja. Con dos áreas diferenciadas, una limpia y otra sucia y retirada frecuente (máximo semanalmente) del estiércol formado e incorporación de paja limpia.
- Incremento de la frecuencia de vaciado desde los fosos interiores a través de los colectores hacia el sistema de almacenamiento exterior. Se recomienda una cadencia de retirada de las deyecciones de, al menos, una vez por semana.

Alojamientos para lactación

- Fosos independientes para la recogida de deyecciones y agua. La cerda está confinada en su movimiento, por lo que la zona habilitada para sus deyecciones está claramente diferenciada. En la parte delantera del animal se construye un foso ancho que contiene agua para evitar el desarrollo de moscas. En esta estructura se recoge el agua, el alimento que desperdicia la cerda y las deyecciones (mínimas) de los lechones. En la parte trasera existe un foso pequeño para la recogida de las deyecciones de la cerda. De esta manera se reduce considerablemente la superficie de emisión en el foso de purines (*figura 5*).
- Alojamiento con suelo totalmente enrejillado sobre foso en rampa. La técnica consiste en colocar una rampa prefabricada debajo del suelo enrejillado, adaptándola a las dimensiones del foso. La pendiente de la rampa es de aproximadamente 3 grados y drena hacia un foso central. Con los mismos principios, este sistema se puede realizar de obra. Se deben utilizar materiales que permitan un acabado muy liso y respetar la pendiente recomendada (*figura 6*).

Alojamientos para transición

- Suelo totalmente enrejillado con foso en pendiente para separar heces y orina. Debajo de la rejilla se construye un foso de obra o bien se coloca un elemento prefabricado de manera que

quede una pendiente superior al 12%, lo que permite la separación de la orina y las heces.

La orina escurre de forma continua hacia el colector situado bajo el pasillo de la nave, mientras que las heces quedan adheridas a la rampa y se arrastran fácilmente con el agua de limpieza al final de cada periodo de cría (*figura 7*).

- Suelo parcialmente enrejillado. El principio que permite la disminución de las emisiones de amoníaco es, una vez más, la reducción de la superficie de emisión. La parte de suelo continuo puede estar bien ligeramente inclinada, o bien tener forma convexa para que no se acumulen en ella las deyecciones. Se presentan varias posibilidades de alojamientos para transición (*figura 8*).
- Eliminación frecuente del purín. Se incrementa la frecuencia de vaciado desde los fosos interiores hacia los colectores. Se recomienda una cadencia de movimiento de residuos de, al menos, una vez por semana.

Alojamientos para cebo

- Suelo parcialmente enrejillado. La parte de suelo continuo puede estar, bien ligeramente inclinada, o bien tener forma convexa para que no se acumulen en ella las deyecciones. Se presentan varias posibilidades de alojamientos para cebo (*figura 9*).
- Suelo totalmente enrejillado con instalación de fosos en "V". Con las paredes del foso en forma de "V" se reduce la superficie de emisión. En la construcción de los fosos se deben utilizar materiales lisos e impermeables que faciliten las labores de limpieza (*figura 10*).
- Cama de paja bien manejada. Hay que disponer alojamientos para cerdos de cebo con cama de paja, creando dos áreas diferenciadas, una limpia y otra sucia. Se debe retirar de forma muy frecuente (máximo semanal) el estiércol formado e incorporar paja limpia.
- Eliminación frecuente del purín. Como en el caso de los alojamientos para transición, se incrementa la cadencia de vaciado desde los fosos interiores hacia los colectores. Se recomienda una frecuencia de retirada del purín de, al menos, una vez a la semana.

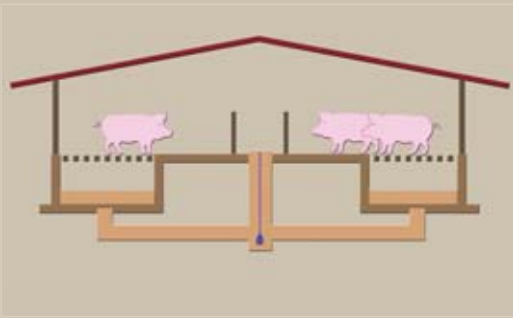


Figura 3. Suelo parcialmente enrejillado para cerdas gestantes en grupo.

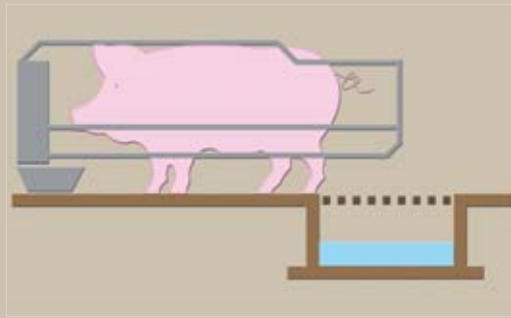


Figura 4. Reducción del tamaño de foso en alojamientos individuales de cerdas gestantes.

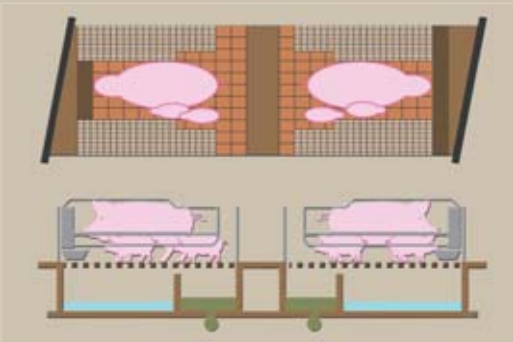


Figura 5. Fosos independientes para la recogida de deyecciones y agua en alojamientos de cerdas lactantes.

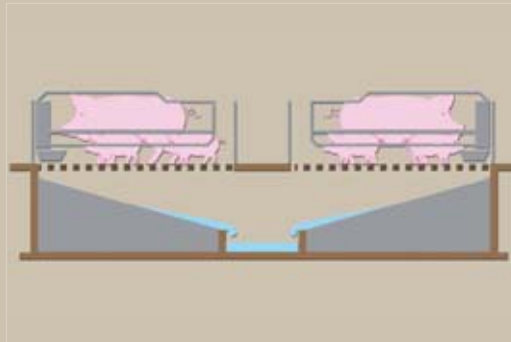


Figura 6. Rampa en el foso en alojamientos de cerdas lactantes.

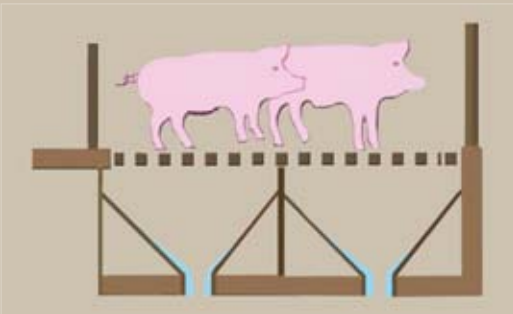


Figura 7. Foso en pendiente para instalaciones destinadas a cerdos en transición.

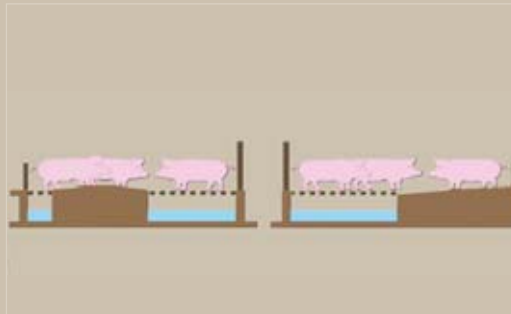


Figura 8. Suelo parcialmente enrejillado con parte sólida convexa (izquierda) o con pendiente (derecha) para alojamientos de transición.

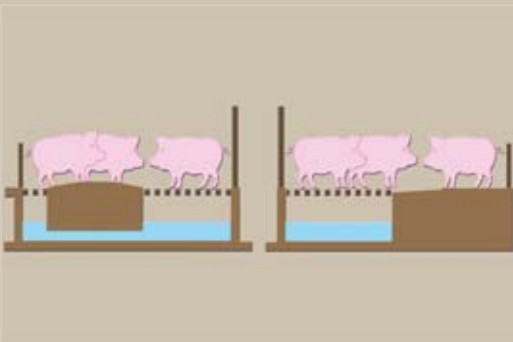


Figura 9. Suelo parcialmente enrejillado con parte sólida convexa (izquierda) o con pendiente (derecha) para cebo.

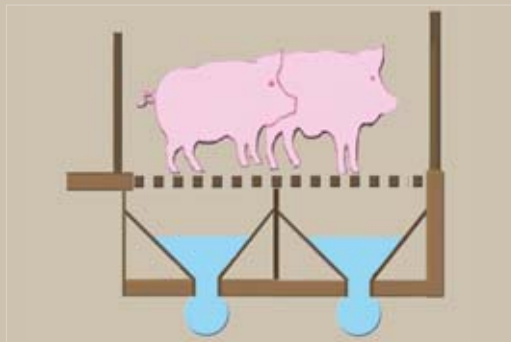


Figura 10. Foso en V para alojamientos de cerdos en cebo.

Fuente figuras: MAPA, 2006a

Técnicas de lavado de gases

Las técnicas de lavado de gases se llevan a cabo con la ayuda de equipos de depuración que se sitúan en las salidas de aire de los alojamientos.

La depuración se realiza a través de un proceso biológico o químico aplicado sobre un filtro que realiza un lavado y una fijación del amoníaco del aire antes de que éste salga a la atmósfera. Lógicamente, estos métodos sólo se pueden utilizar en alojamientos con sistema de ventilación forzada.

Son técnicas muy eficaces, pero su coste suele ser muy elevado y en algunos casos se pueden producir riesgos debido a la necesidad de usar ácidos para su fijación.

REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DESDE EL ALMACENAMIENTO

Además de las emisiones generadas propiamente durante el proceso de producción, también es necesario controlar las que provoca el almacenamiento de las deyecciones.

Almacenamiento de purines

El purín producido en los alojamientos se recoge y almacena en el exterior de las naves en tanques o balsas, siendo este último el sistema más habitual en España (figura 11).

Un primer aspecto a considerar para la prevención de riesgos medioambientales es definir y mantener una capacidad útil de almacenamiento que permita retener el purín producido durante aquellas épocas en las que, desde el punto de vista agronómico y medioambiental, esté desaconsejada su aplicación en el campo.



Figura 11. Balsa de almacenamiento de purines.

Ejemplo

En el libro Estándares de la producción porcina, de John Carr (2004), se dan las siguientes cifras de producción diaria de purín:

1 cerda lactante + camada (hasta destete)	12 l
1 cerda gestante	8 l
1 cerdo (desde destete hasta sacrificio a 95 kg, alimentado con pienso seco)	4 l
Agua de bebederos	
y para limpieza (por cada cerdo)	0,5 l

A partir de estos datos, ésta es la estimación de la capacidad de almacenamiento de efluentes requerida para una explotación de 200 cerdas y su descendencia (hasta peso de sacrificio) durante un periodo de cuatro meses, asumiendo una población total constante de 2.000 animales de distintas edades (Barber, 1992).

Cálculo:

68 cerdas lactantes a 12 litros por día	0,816 m ³
132 cerdas gestantes a 8 litros por día.....	1,056 m ³
1.800 cerdos a 4 litros por día	7,2 m ³
Agua para lavado/desperdiciada por 2.000 cerdos a 0,5 litros por cerdo y día	1 m ³
Producción de purines por día	10,072 m ³
En cuatro meses (122 días).....	1.229 m ³

Para evitar el riesgo de contaminación de las aguas profundas, se deben vigilar las características constructivas de los equipamientos de almacenamiento, de manera que se garantice su total estanqueidad y se evite cualquier riesgo de fuga o de pérdidas por infiltración. También se deben contemplar medidas para evitar riesgos de desbordamiento.

Para reducir las emisiones al aire en el almacenamiento del purín es importante disminuir la evaporación de gases desde la superficie. Se puede mantener un nivel de evaporación bajo si la agitación del purín es mínima, lo que favorece la aparición de costra en su superficie.

Además, se pueden emplear diferentes cubiertas para reducir las emisiones y los olores en el almacenamiento. Éste es un sistema bastante efectivo, pero puede tener problemas de manejo y de costes, especialmente en las balsas. Las cubiertas pueden ser de tipo fijo (rígidas o flexibles) o bien de tipo flotante (costra natural, paja picada o arcillas expansivas, por ejemplo). Nunca deben ser herméticas, con el fin de evitar la acumulación de gases como el metano, que supongan riesgo de explosión. Otro aspecto importante a considerar en las balsas es procurar la separación de las aguas de lluvia,

Figura 12. Sistema de bandas para la aplicación de purín al campo.



puesto que, según Álamo *et al.* (1995), no hacerlo implica las siguientes consecuencias:

- Aumento del volumen de purines generados.
- Disminución del valor fertilizante del purín por la dilución.
- Incremento de la frecuencia de vaciado.
- Subida de los costes de gestión y manejo.

Almacenamiento de estiércol

El estiércol, que se produce en las instalaciones en las que se utiliza cama de paja, se debe almacenar sobre una superficie impermeable que disponga de un sistema de recogida de lixiviados que impida la contaminación de las aguas por infiltración o escorrentía. Como en el caso anterior, es fundamental disponer de una capacidad de almacenamiento suficiente que garantice una adecuada gestión posterior. Puesto que el estiércol es un producto con mayor demanda por parte de los agricultores que el purín, no suele haber problemas de espacio en el almacenamiento.

Para disminuir los olores, se debe tener en cuenta la localización del estercolero en función de los vientos dominantes.

En algunos casos se puede considerar la instalación de barreras naturales, como setos y árboles. Para disminuir las emisiones se puede cubrir el estiércol, bien mediante la construcción de un cobertizo o bien mediante la colocación de una cubierta flexible (de material plástico).

REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DURANTE LA APLICACIÓN DEL PURÍN AL TERRENO CON FINES DE VALORIZACIÓN AGRÍCOLA

A la hora de intentar que disminuyan las emisiones que se producen como consecuencia del uso de las deyecciones ganaderas como fertilizantes, se puede actuar antes o durante la aplicación del purín y el estiércol sobre las tierras de labor.

Técnicas previas a la aplicación agrícola

Las técnicas que pueden llevarse a cabo antes de la aplicación de las deyecciones en el terreno se basan en ajustar las cantidades de estiércol y purín aportadas a las necesidades previsibles del cultivo, de manera que se eviten las pérdidas de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente). Este ajuste se puede realizar mediante un estudio individualizado utilizando la técnica de balance de nutrientes. Las necesidades de los cultivos dependerán fundamentalmente de la climatología, de las condiciones de cultivo y de las producciones esperadas.

Otra forma de abordar el problema es definir una carga ganadera máxima en función de la superficie y la naturaleza del terreno disponible.

La definición de la carga ganadera es variable, en función, por ejemplo, de las normativas autonómicas. En la *tabla* de la página siguiente se muestran datos de carga ganadera orientativos para diferentes tipos de animales y terrenos agrícolas.

Un correcto abonado con purines o estiércoles debe estar basado en la aplicación de los códigos de buenas prácticas agrarias y requerirá conocer, en

cada caso, las necesidades nutricionales del cultivo al que va destinado, las características fisicoquímicas del suelo y la composición del purín a utilizar. De lo contrario, podrían generarse problemas medioambientales, principalmente por contaminación por nitratos.

En general, el elemento que se cuantifica a la hora de realizar un abonado con purín es el nitrógeno.

Es necesario definir para cada caso las cantidades máximas de purín a aportar y las épocas adecuadas para la aplicación.

Técnicas a emplear durante la aplicación agrícola

Las emisiones de amoníaco y olores originados durante la aplicación del purín al terreno pueden variar sensiblemente en función del equipo utilizado. Cuando el purín es aplicado con el sistema tradicional de plato difusor, se producen grandes pérdidas de amoníaco por volatilización. Sin embargo, otros métodos reducen notablemente las emisiones, como por ejemplo:

- Aplicación mediante plato difusor enterrando el purín dentro de las 24 horas siguientes a su aplicación.
- Deposición sobre el terreno con aperos especiales, como mangueras (sistema de bandas) y discos.
- Inyección en la tierra de labor.

Es importante tener en cuenta que, si se disminuye la emisión de amoníaco a la atmósfera, aumenta la aportación al terreno de compuestos nitrogenados realizada con el purín, por lo que la dosis de aplicación deberá ser menor y el terreno necesario para realizar correctamente la valorización agrícola será mayor.

OTRAS TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Pueden reducirse las emisiones contaminantes con el ahorro de recursos como agua y energía.

Uso eficiente del agua

Las principales estrategias y técnicas que pueden aplicarse para conseguir un uso eficiente del agua en las granjas de porcino son las siguientes (Babot *et al.*, 2004):

- Utilización de sistemas de limpieza a alta presión para las instalaciones animales y los equipamientos. Esta práctica puede disminuir entre un 25% y un 40% el consumo de agua de limpieza, lo que supone reducciones en el volumen de purín generado (2 - 9% según MAPA, 2006b).
- Ajustar el caudal y la altura del bebedero a las necesidades de cada tipo de animal.

Carga ganadera máxima para diferentes tipos de terreno agrícola

Animales	Cereal seco	Cereal regadío	Hortícolas	Maíz
Cerdas de ciclo cerrado	2,2 - 3	3,5 - 4	6,5 - 8	8 - 10
Cerdas F1	8,6 - 11	13 - 16	25 - 30	30 - 35
Cerdas F2	7,2 - 10	11 - 14	22 - 25	26 - 30
Cerdos de cebo	18 - 25	27 - 33	52 - 63	63 - 74

Cerdas F1: cerdas lactantes junto con los lechones hasta el momento del destete.
Cerdas F2: cerdas junto con los lechones hasta el final de la transición (20 kg).
Los datos de esta tabla se han obtenido en un rango muy amplio de condiciones de producción.

Fuente: elaboración propia

- Utilizar bebederos que eviten el derramamiento del agua y que reduzcan al máximo el desperdicio de ésta. Los de cazoleta disminuyen en un 24% las pérdidas de agua en comparación con los de chupete, lo cual se traduce en un 5-14% de descenso en el volumen de purín.
- Así mismo, el empleo de tolva seco-húmedo comparado con la tolva seco y bebedero independiente supone un ahorro del 20% en pérdidas de agua, o lo que es lo mismo, una reducción del 4-12% en el volumen final de purín (MAPA, 2006b).
- Revisar el sistema de conducción de agua de forma regular para detectar y reparar posibles pérdidas. El consumo de líquido se puede llegar a triplicar por esta causa.
- Llevar un control del agua consumida.
- Separación de las aguas de lluvia, con el fin de evitar que entren a formar parte de los purines.



Figura 13. Sistema de inyección para la aplicación de purín al campo.

Uso eficiente de la energía

Las medidas de mejora del uso eficiente de la energía implican tanto buenas prácticas en la granja, como una selección adecuada del equipamiento y el diseño de las instalaciones. La realización de estas acciones contribuye a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono y de los costes anuales.

En una granja de cerdos, los procesos en los que más energía se consume son, por orden decreciente, la calefacción, la ventilación, la iluminación y la distribución del pienso.

Las medidas generales que se pueden tomar para mejorar la eficiencia energética son las siguientes:

- Estudio de la ubicación y el diseño de los alojamientos teniendo en cuenta las características geográficas y climáticas del emplazamiento.
 - Uso óptimo de los alojamientos disponibles.
 - Establecimiento de la densidad animal adecuada.
 - Ajuste de la temperatura y de la ventilación según las necesidades de los cerdos en cada fase.
 - Aislamiento térmico del edificio.
 - Mantenimiento de los sistemas de ventilación.
- Evitar obstrucciones y acumulación de polvo.

Se puede obtener más información sobre ahorro energético en: “Ahorro y eficiencia energética en Instalaciones ganaderas” (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. IDEA, 2005).

Técnicas para la reducción del olor

Para reducir el olor producido en las explotaciones porcinas y las molestias que conlleva, existen distin-

tas estrategias, como las citadas a continuación:

- Alimentar con dietas bajas en proteína, lo que permite reducir las emisiones de amoníaco, uno de los principales componentes del olor. Igualmente, este tipo de alimento disminuye los niveles de ácidos grasos volátiles, p-cresol, indol y escatol excretados en las heces.
- Evitar el flujo de aire sobre los fosos interiores y los sistemas de almacenamiento de los estiércoles.
- Cubrir los sistemas de almacenamiento de purines.
- Tener en cuenta las condiciones meteorológicas (especialmente el viento) a la hora de aplicar el purín.
- Enterrar el purín aplicado en campo.
- Establecer barreras entre los focos emisores y los focos sensibles.

Como norma general, el olor dentro de la granja puede disminuir si el purín se retira frecuentemente.

En el momento de la aplicación de purín al campo, se dan tasas altas de olor, especialmente si se utiliza el sistema tradicional de plato difusor, porque se crean aerosoles en el aire (Burton y Turner, 2003). Una mejora en este sentido puede ser deponer el purín sobre el terreno (sistemas de bandas) o inyectarlo.

Existen otras técnicas para disminuir los olores (biofiltros, biodegradación o dilución de la concentración del purín, por ejemplo) pero la complejidad de manejo, sus efectos colaterales y/o su coste las limitan. El uso de productos desodorizantes o enmascaradores del olor tampoco ofrece buenos resultados.

Figura 14. Sistema de discos para la aplicación de purín al campo.

